

Universidad Católica Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN
PARA EL INCREMENTO DE BENEFICIOS EN UNA EMPRESA
DE COMERCIALIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE ACEROS
ESPECIALES”**

Tesis presentada por la Bachiller:

Barriga Begazo, Ángela Isabel

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Ing. Pacheco Oviedo, Abraham

Arequipa – Perú

2018

EL EJEMPLAR FINAL DE TESIS/TRABAJO INFORME, TITULADO:

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL INCREMENTO DE BENEFICIOS EN UNA EMPRESA DE COMERCIALIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE ACEROS ESPECIALES.

PRESENTADO POR EL TITULANDO:


ANGELA ISABEL, BARRIGA BEGAZO

TIENE LAS SIGUIENTES OBSERVACIONES:

[illegible]

Arequipa 25 de junio del 2018

Firmas del Jurado Evaluador:


PRESIDENTE

Leeuw
VOCAL

[Signature]
SECRETARIO

Levantadas las observaciones formuladas anteriormente, se autoriza la impresión y empastado del ejemplar final.

Arequipa, de _____ del 2018


PRESIDENTE

Harber
VOCAL

[Signature]
SECRETARIO

RESUMEN

Esta tesis que tiene por título “Propuesta de mejora en el proceso de producción para el incremento de beneficios en una empresa dedicada a la comercialización y tratamiento de aceros especiales” plantea como propósito generar una solución al problema de los altos costos incurridos por el consumo de energía eléctrica en los hornos que son utilizados para el procesamiento del acero y de esta manera generar beneficios para la empresa Aceros del Perú. El tipo de problema de investigación abordado es descriptivo, explicativo y no experimental. Las técnicas de investigación utilizadas son la entrevista y la revisión documentaria. Se realizó el diagnóstico situacional de la empresa estudiada mediante el uso de herramientas como el análisis PESTE, análisis AMOFHIT, Análisis FODA y también se hizo un análisis detallado del proceso de tratamiento de aceros especiales estudiando específicamente el uso energético y costos de operación de los hornos de lecho fluidizado utilizados. Posteriormente se planteó la propuesta de mejora del cambio de sistema de combustión a gas de los hornos y la respectiva evaluación económica financiera que evidencia la viabilidad para la implementación de dicha mejora.

Palabras clave: Propuesta, mejora, beneficio, aceros especiales, Aceros del Perú.

ABSTRACT

This thesis that has the title "Improvement proposal in the production process for the increase of profits in a company dedicated to the commercialization and treatment of special steels" proposes as a purpose to generate a solution to the problem of the high costs incurred by the electric energy consumption in the furnaces that are used for steel processing and in this way generate benefits for the company Aceros del Perú. The type of research problem addressed is descriptive, explanatory and non-experimental. The research techniques used are the interview and the documentary review. The situational diagnosis of the studied company was made through the use of tools such as the PESTE analysis, AMOFHIT analysis, SWOT analysis and a detailed analysis of the special steel treatment process was also studied specifically studying the energy use and operating costs of the ovens of fluidized bed used. Subsequently, the proposal to improve the change of the gas combustion system of the ovens and the respective financial economic evaluation that demonstrates the feasibility for the implementation of said improvement was proposed.

Keywords: Proposal, improvement, benefit, special steels, Aceros del Perú.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. Descripción del problema	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.1.3. Sistematización del problema	2
1.1.4. Tipo del problema de investigación	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	4
1.3.1. Justificación económica.....	4
1.3.2. Justificación profesional	4
1.3.3. Justificación académica	4
1.3.4. Justificación social.....	4
1.4. DELIMITACIONES	4
1.4.1. Temática.....	4
1.4.2. Espacial.....	5
1.4.3. Temporal.....	5
1.5. HIPOTESIS	5
1.6. VARIABLES E INDICADORES.....	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1.	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	6
2.2.	MARCO TEÓRICO.....	7
2.2.1.	Tratamiento térmico superficial.....	7
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	16
2.3.1.	Acero.....	16
2.3.2.	Acoplar.....	16
2.3.3.	Aleación	16
2.3.4.	Corrosión	16
2.3.5.	Costos.....	17
2.3.6.	Energía eléctrica	17
2.3.7.	Fatiga	17
2.3.8.	Horno	17
2.3.9.	Incremento	17
2.3.10.	Ingreso	18
2.3.11.	Mejora.....	18
2.3.12.	Proceso.....	18
2.3.13.	Propiedades mecánicas	18
2.3.14.	Propuesta.....	18
2.3.15.	Tratamiento térmico.....	18
2.4.	ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.4.1.	Diseño de investigación	19
2.4.2.	Tipo de investigación.....	19
2.4.3.	Método de investigación.....	19
2.4.4.	Técnica de investigación.....	19
2.4.5.	Instrumento de investigación	19
2.4.6.	Población	20

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	21
3.1.1.	Cultura organizacional.....	21
3.1.2.	Productos y servicios	21
3.1.3.	Clientes y proveedores.....	25

3.1.4.	Proceso productivo	27
3.1.5.	Análisis PESTE.....	35
3.1.6.	Análisis AMOFHIT	42
3.1.7.	Análisis FODA	52
3.2.	SITUACIÓN ACTUAL	57
3.2.1.	Análisis detallado del proceso	57
3.2.2.	Requerimiento energético de planta	66
3.2.3.	Uso energético de la planta	68
3.2.4.	Usos y consumos significativos de energía	69
3.2.5.	Costo unitario de producción.....	73

CAPÍTULO IV:PROPUESTA DE MEJORA

4.1.	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	79
4.2.	ELECCIÓN DE SOLUCIÓN.....	80
4.2.1.	Matriz de enfrentamiento.....	80
4.2.2.	Factores de evaluación.....	80
4.2.3.	Matriz de restricciones.....	82
4.3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	84
4.3.1.	Componentes necesarios.....	84
4.3.2.	Instalación del quemador	97
4.3.3.	Instalación de brida de montaje	99
4.3.4.	Operación del quemador - piloto permanente.....	100
4.3.5.	Combustión de ajuste del quemador.....	102
4.3.6.	Armado de tren de gas	104
4.3.7.	Mantenimiento del quemador	105
4.3.8.	Limpieza de los quemadores.....	106
4.3.9.	Instalación del programador	107
4.3.10.	Diseño del software de control	107
4.4.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	109
4.5.	ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA COSTO - BENEFICIO	110
4.5.4.	Determinación de costos	110
4.5.5.	Inversión de la propuesta	127

4.5.6.	Determinación de ingresos para la propuesta	131
4.5.7.	Evaluación del impacto económico	132
CONCLUSIONES		141
RECOMENDACIONES.....		143
BIBLIOGRAFÍA		144
ANEXOS		149



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e indicadores	5
Tabla 2. Distribución de personal por área	46
Tabla 3. Distribución de personal por cargo	46
Tabla 4. Ventajas de la tecnología de hornos	52
Tabla 5. Características de los hornos de la planta de tratamiento sede Arequipa	64
Tabla 6. Consumo energético 2017- Planta Arequipa	66
Tabla 7. Costo anual energético	67
Tabla 8. Uso energético de planta de Arequipa	69
Tabla 9. Consumo de energía por proceso	70
Tabla 10. Pareto de planta de tratamiento Arequipa	71
Tabla 11. Costo de producción unitario	74
Tabla 12. Tipo de tratamiento térmico/termoquímico (Kg) - 2017	75
Tabla 13. Matriz de enfrentamiento	81
Tabla 14. Matriz de restricciones	83
Tabla 15. Componentes para cambio en el sistema de calentamiento de hornos	84
Tabla 16. Mano de obra directa	111
Tabla 17. Costo total de mano de obra directa	111
Tabla 18. PBI de industria básica de hierro y acero (Millones de soles)	112
Tabla 19. Proyección PBI de industria básica de hierro y acero	113
Tabla 20. Tasa de crecimiento anual	114
Tabla 21. Proyección de demanda	114
Tabla 22. Demanda proyectada por proceso	115
Tabla 23. Reducción de costos unitarios de material directo	116
Tabla 24. Costo de material directo	116
Tabla 25. Costos directos totales	117
Tabla 26. Mano de obra indirecta	118
Tabla 27. Costo total de mano de obra indirecta	118
Tabla 28. Materiales indirectos	119
Tabla 29. Depreciación de maquinaria planta de tratamiento Arequipa	120
Tabla 30. Depreciación de muebles/ enseres - planta de tratamiento Arequipa	120
Tabla 31. Depreciación de inversión tangible	121
Tabla 32. Gastos indirectos	121
Tabla 33. Gastos indirectos totales	122
Tabla 34. Costos de producción	123
Tabla 35. Costo de personal de ventas	124
Tabla 36. Costo total de personal de ventas	124
Tabla 37. Gastos de ventas	125
Tabla 38. Costo de personal administrativo	126
Tabla 39. Costo total de personal administrativo	126

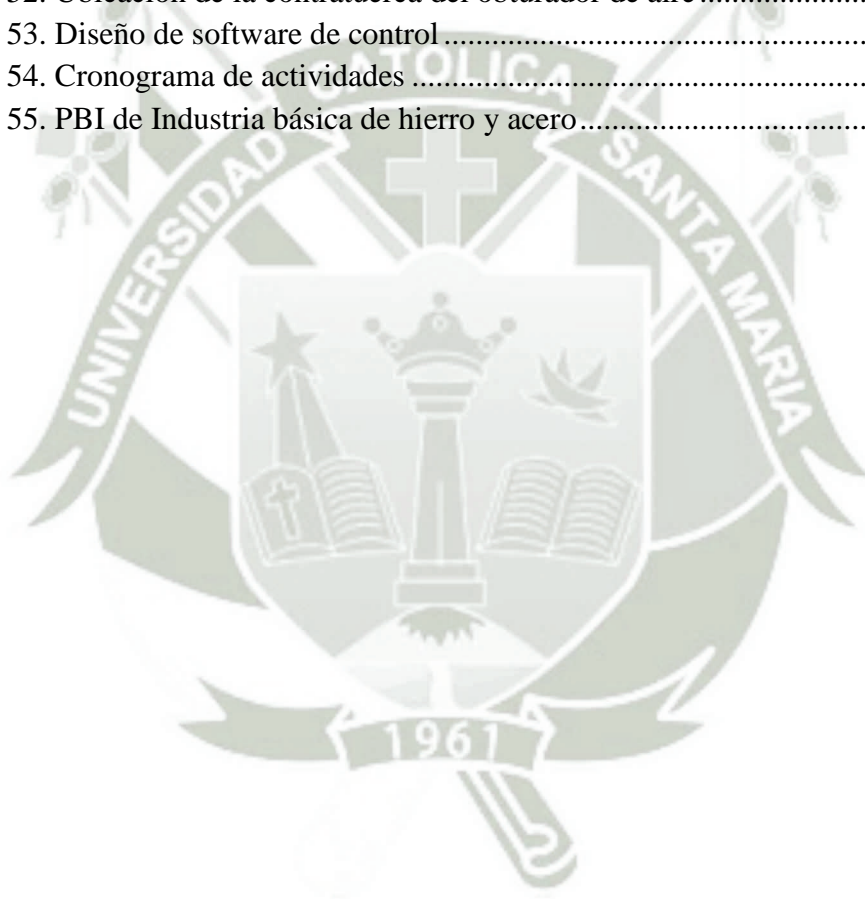
Tabla 40. Gastos administrativos.....	126
Tabla 41. Inversión fija tangible	127
Tabla 42. Inversión fija intangible	128
Tabla 43. Capital de trabajo	129
Tabla 44. Inversión total	130
Tabla 45. Estructura financiera	131
Tabla 46. Precio por procesos y subtotales	132
Tabla 47. Proyección de ingresos	132
Tabla 48. Estado de ganancias y pérdidas	133
Tabla 45. Flujo de caja.....	135
Tabla 50. Indicadores económicos.....	139



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de cementación	9
Figura 2. Proceso de nitruración	11
Figura 3. Proceso de templado.....	13
Figura 4. Aceros de Construcción / Ingeniería	22
Figura 5. Aceros Inoxidables	22
Figura 6. Aceros Pulvimetalúrgicos.....	23
Figura 7. Aceros para trabajar en frío	24
Figura 8. Aceros para trabajar en caliente	24
Figura 9. Aceros para moldear plásticos.....	25
Figura 10. Flow Sheet proceso de tratamiento térmico	30
Figura 11. DOP del mantenimiento del tratamiento térmico del acero	32
Figura 12. Diagrama de flujo del tratamiento térmico del acero	34
Figura 13. Producto Bruto Interno y Demanda interna, 2008 I – 2017 III	37
Figura 14. Formación bruta de capital Fijo, 2008 I – 2017 III	38
Figura 15. Estructura orgánica.....	45
Figura 16. Diagrama de análisis de proceso	60
Figura 17. Diagrama de análisis de proceso detallado.....	62
Figura 18. Dispositivo de panel de control de lecho fluidizado en frío.....	65
Figura 19. Consumo de energía eléctrica mensual Planta Arequipa - 2017	67
Figura 20. Costo de energía eléctrica mensual Planta Arequipa - 2017	68
Figura 21. Gráfica de Pareto – procesos de la planta de Arequipa	72
Figura 22. Costo de producción unitario	74
Figura 23. Diagrama de pareto según tipo de tratamiento.....	75
Figura 24. Diagrama causa-efecto	77
Figura 25. Quemador modelo EQA.....	85
Figura 26. Quemador Wayne.....	86
Figura 27. Regulador tipo 722	87
Figura 28. Ventilador trifásico.....	87
Figura 29. Manómetro de 0-250 mbar	88
Figura 30. Manómetro de 2.1/2”.....	88
Figura 31. Transformador de encendido.....	89
Figura 32. Válvula a solenoide	90
Figura 33. Programador Honeywell.....	90
Figura 34. Presostato para gas:	91
Figura 35. Presostato para aire:.....	91
Figura 36. Capuchones siliconados	92
Figura 37. Cable siliconado de alta.....	92
Figura 38. Filtro para gas:.....	93
Figura 39. Pulsador para manómetro:.....	93

Figura 40. Pirómetro	94
Figura 41. Termocupla tipo J	94
Figura 42. Tablero eléctrico para quemador	95
Figura 43. Cable compensado.....	95
Figura 44. Manguera flexible para gas	96
Figura 45. Manguera flexible para aire.....	96
Figura 46. Instalación de quemador a horno.....	98
Figura 47. Instalación a horno	99
Figura 48. Quemador correctamente instalado	100
Figura 49. Quemador del piloto.....	101
Figura 50. Ubicación del esparcidor de llama	102
Figura 51. Ubicación del tornillo de fijación del esparcidor de llama.....	103
Figura 52. Ubicación de la contratuerca del obturador de aire	104
Figura 53. Diseño de software de control	108
Figura 54. Cronograma de actividades	109
Figura 55. PBI de Industria básica de hierro y acero.....	112



INTRODUCCIÓN

La gestión y control de los costos constituyen un aspecto fundamental para las organizaciones. Esto es un tópico bastante importante ya que existen varios casos de empresas que disponían de generosos recursos económicos pero que por una mala administración de los mismos, fracasaron.

La atinada gestión de los activos y recursos económicos es primordial para la supervivencia de una organización. Adicionalmente, las empresas que logran reducir sus gastos operativos, son aquellas que incrementan las probabilidades de asegurar el éxito y la supervivencia en el mercado a largo plazo.

La capacidad de las compañías para reducir los costos operativos sin atentar contra la calidad de los productos, favorece el establecimiento de precios más económicos, y en consecuencia, el incremento de los volúmenes de venta y los beneficios de la organización.

El establecimiento de mejoras para reducir costes y generar ahorros es un gran reto que demanda analizar detalladamente los procesos e identificar oportunidades de mejora.

En base a la necesidad y desafío que constituye la optimización de procesos y la reducción de costos, el objetivo de la presente tesis es plantear una propuesta de mejora en el proceso de producción para el incremento de beneficios en la empresa Aceros del Perú.

Esta tesis fue estructurada de la siguiente manera: En el capítulo I se aborda el planteamiento teórico del problema materia de estudio. En el capítulo II se presentan los antecedentes de investigación, la teoría y conceptos asociados al tratamiento térmico de

aceros especiales. En el capítulo III se establecen los aspectos metodológicos de la investigación, se describe la empresa Aceros del Perú y se analiza la situación actual y el problema del elevado consumo y costo de operación de los hornos de lecho fluidizado. En el capítulo IV se desarrolla la propuesta de mejora del cambio de sistema de calentamiento a gas de los hornos y la respectiva evaluación económica de la misma; finalizando la tesis con las conclusiones y recomendaciones.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción del problema

La empresa Aceros del Perú es una empresa peruana con más de 14 años de experiencia en la importación y comercialización de aceros especiales y sus tratamientos térmicos. Uno de los principales procesos que realiza la empresa es el tratamiento térmico de diferentes tipos de aceros. Este tipo de tratamiento ha adquirido mayor valor en la industria en general puesto que se requieren metales con mayores resistencias al desgaste y a la tensión. Actualmente, los hornos con los que cuenta la empresa funcionan con energía eléctrica; lo cual origina que los costos de producción del tratamiento térmico sean muy elevados, principalmente cuando el tamaño de pedido del cliente es menor al 50% de la capacidad de los hornos. Cuando el usuario solicita el servicio de tratamiento térmico para una cantidad menor al 50% de la capacidad del horno se necesita enviar el producto para que sea tratado en Lima, generando mayores costos para el cliente y demora de dos días para la entrega del producto terminado. Todo esto conlleva muchas veces a la pérdida de clientes y la baja satisfacción de los mismos.

Por esto, es que se plantea modificar los hornos para que puedan funcionar con gas, se reduzcan de manera considerable los costos de producción, se eliminen las restricciones al momento de brindar el servicio de tratamiento térmico y se

incrementen los beneficios de la empresa, al mismo tiempo que se ofrezca al cliente un mejor servicio respecto a rapidez y costo.

En base a lo anteriormente descrito, se ve la necesidad de realizar el presente estudio de investigación para identificar la mejor manera de realizar el proceso de tratamiento térmico y acrecentar los beneficios de la organización.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué propuesta de mejora se puede generar en el proceso de producción para el incremento de beneficios en una empresa de comercialización y tratamiento de aceros especiales?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de tratamiento térmico de aceros especiales?
- ¿Cuáles son los requerimientos técnicos para la modificación de los hornos de tratamiento térmico de aceros especiales?
- ¿Cuánta es la reducción de costos a partir de la propuesta de mejora planteada?
- ¿Es económicamente factible la implementación de la propuesta de mejora?

1.1.4. Tipo del problema de investigación

- Descriptivo: se va a describir la situación actual de la empresa, identificar y explicar las razones por las que se genera el sobre costo en

el proceso de producción de tratamiento térmico y la pérdida de clientes.

- Explicativo: se explicará la propuesta que se plantea para dar solución al problema y consecuentemente incrementar los ingresos de la empresa.
- No experimental: en esta investigación no se alterará ninguna variable, analizando el comportamiento normal de la empresa materia de estudio.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Plantear una propuesta de mejora en el proceso de producción para el incremento de beneficios en una empresa de comercialización y tratamiento de aceros especiales.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación actual del proceso de tratamiento térmico de aceros especiales
- Identificar los requerimientos técnicos para la modificación de los hornos de tratamiento térmico de aceros especiales.
- Estimar la reducción de costos a partir de la propuesta de mejora planteada.
- Establecer la factibilidad económica de la implementación de la propuesta de mejora.

1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

1.3.1. Justificación económica

La presente propuesta de mejorar permitirá generar ahorros en la empresa mediante la disminución de los costos de producción, lo cual nos llevara a poder brindarle un mejor servicio al cliente en cuanto a rapidez y costo lo que a su vez se traduce en un incremento de las ventas.

1.3.2. Justificación profesional

Mediante la realización de la presente tesis se pretende dar aporte a la empresa para optimizar el proceso de tratamiento térmico de aceros especiales que la llevará a obtener mayores beneficios y ventajas competitivas en el mercado en el cual se viene desarrollando.

1.3.3. Justificación académica

Mediante el desarrollo del presente estudio, el tesista podrá aplicar los conocimientos adquiridos durante los 5 años de la carrera de Ingeniería Industrial.

1.3.4. Justificación social

El presente trabajo procura dar a la sociedad de Arequipa una empresa que permita cubrir sus necesidades y mejorar las condiciones laborales sus colaboradores.

1.4. DELIMITACIONES

1.4.1. Temática

- **Campo:** Ingenierías físicas y formales-
- **Área:** Ingeniería industrial.

- **Línea de investigación:** Mejora de procesos.

1.4.2. Espacial

Sede Arequipa de Aceros del Perú, empresa dedicada a la importación, comercialización de aceros especiales y sus tratamientos térmicos, ubicada en Jr. Lambayeque 105, Mariano Melgar.

1.4.3. Temporal

El periodo requerido para la generación de la presente propuesta de mejora es de 4 meses.

1.5. HIPOTESIS

Dado que la empresa de comercialización y tratamiento térmico de aceros especiales presenta deficiencias en el proceso de producción, es probable que mediante la propuesta de mejora se logren disminuir los costos e incrementar los beneficios de Aceros del Perú.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1. Variables e indicadores

Tipo de variable	Variable	Indicador
Independiente	Propuesta de mejora de modificación de hornos de tratamiento térmico	Número de hornos modificados
	Procesos	Tiempo de producción Tiempo de entrega de servicio
Dependiente	Disminución de costos	Costo de nitruración
		Costo de cementación
		Costo de temple
		Costo de revenido
	Incremento de beneficios	Cantidad de ingresos por ventas

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Talavera (2017) en su tesis “Propuesta de mejora del proceso de producción para la reducción de tiempos de entrega en una empresa metalmecánica” analiza el proceso de producción de una empresa metalmecánica que presta servicios de armado, soldado y pintado de fabricaciones identificando problemas como tiempos de traslado, tiempos de espera, correcciones a lo largo de la cadena de producción, el no contar con stock, la sobreproducción y la falta de comunicación que corresponden a la entrega tardía de fabricaciones cuyo efecto es el incremento de tiempo improductivo causada por las constantes esperas entre procesos, la repetición de trabajos (reproceso), la falta de organización y limpieza dentro de la zona. Las alternativas de solución escogidas para reducir el impacto de la problemática detectada, radica en implementar la metodología de las 5S’ en cada puesto de trabajo, presentar mejoras en el layout de las zonas involucradas, capacitar al personal en temas relacionados de la empresa, creación de procedimientos de trabajo y motivación al personal de manera constante.

Coaguila (2017) en su tesis “Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C Metals identifica la mala gestión de los procesos, falta de normalización de procedimientos de trabajo y la falta de control a través de indicadores son los causantes de los errores de especificación y/o mala calidad del producto y retrasos en tiempos de producción dentro de O&C Metals S.A.C. Por lo que se busca es que mediante el desarrollo de la gestión por procesos

con apoyo de los lineamientos de normalización brindados por los requisitos de la norma ISO 9001:2015 se mejore el desempeño, en cuanto a eficacia y eficiencia, de los procesos a través del diseño, ordenamiento, documentación y mejora continua de los mismos, logrando así satisfacer las necesidades de sus clientes.

Tejada (2014) en su tesis “Propuesta de mejora en una empresa metalmecánica en la región Arequipa” aborda los aspectos teóricos relacionados con conceptos básicos de las áreas a tratar en dicha investigación, tales como gestión de operaciones, producción y productividad, logística, costos y presupuestos, planeamiento, gestión de personal, sistema de gestión de la calidad, mantenimiento. Con todo esto se busca analizar las áreas críticas de la empresa, determinar los factores que influyen de manera directa en las áreas críticas, proponer mejoras para optimizar las áreas críticas, determinar cuánto influyen los costos por horas extras en la rentabilidad de la empresa y analizar los sistemas de planeamiento y programación de actividades, desarrollando una propuesta que conlleve a la empresa a incrementar rendimiento y competitividad.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Tratamiento térmico superficial

2.2.1.1. Tratamiento termoquímico

Los tratamientos termoquímicos forman parte de los tratamientos térmicos que produce cambios en la estructura del acero y en la composición química de la capa superficial del mismo, para ellos, se añade diferentes productos químicos hasta lograr la profundidad deseada. Para la operación de estos tratamientos requieren el uso de

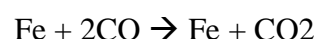
calentamiento y enfriamiento que son controlados con atmósferas especiales (Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía, 2011).

2.2.1.1.1. Cementación o carburación

Es un tratamiento termoquímico que involucra la carburación de una capa superficial en una pieza de acero, y es calentada a una temperatura adecuada mediante difusión, modificando así su composición. Luego se somete a un tratamiento térmico, que puede ser un temple y un revenido, para que la pieza quede con buena tenacidad en el núcleo y dureza superficial consistente. (Capote, 2011).

a. Etapas

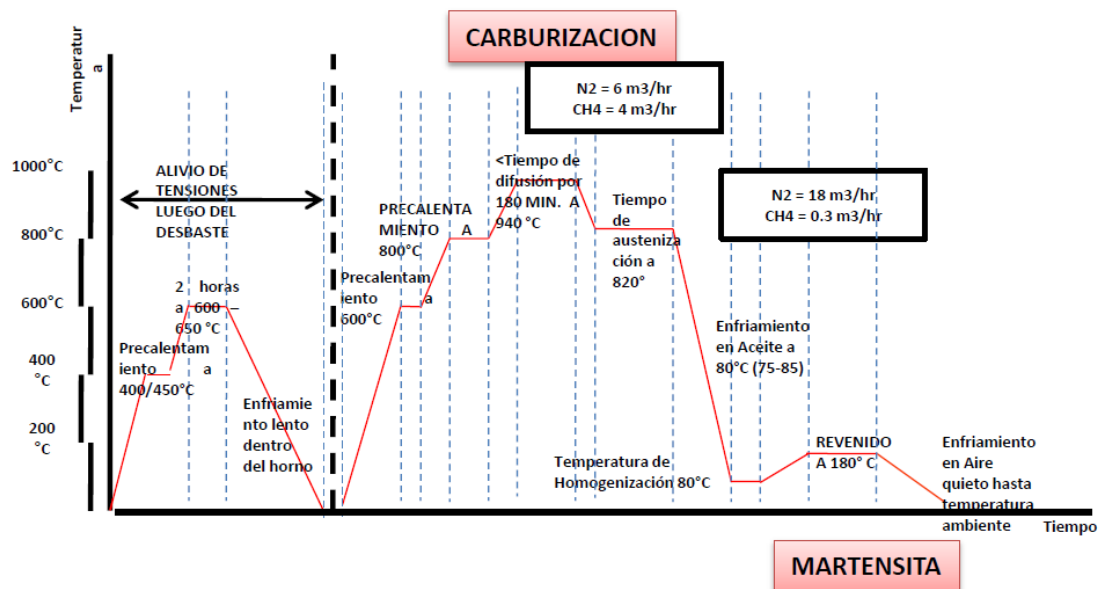
- Enriquecimiento superficial de carbono: Consiste en colocar un acero por debajo de C (0.2%) en una atmósfera contenida de monóxido de carbono a una temperatura de 900 °C aproximadamente. La parte superficial de la pieza de acero se forma una capa superficial de C (1.2%) porque a esa temperatura indicada la Austenita logra disolver esa cantidad de C.



- Temple: La temperatura de cementación es en la región austenítica, el templado directo endurecerá

toda la pieza; siempre en cuando la velocidad de enfriamiento es mayor que la crítica (Ecured, 2018).

Figura 1. Proceso de cementación



Fuente: Aceros del Perú, 2018

b. Aceros para cementación

El tratamiento de cementación generalmente se realiza entre los 900 °C y 950 °C, antes de un primer temple a una temperatura de 875 °C y 925 °C en agua o aceite, un segundo temple entre 925 °C y 775 °C en agua, y por último un revenido a una temperatura máxima de 200 °C. La cementación se aplica a piezas poco cargadas y de espesor reducido, con escasa tenacidad en el núcleo (Ecured, 2018).

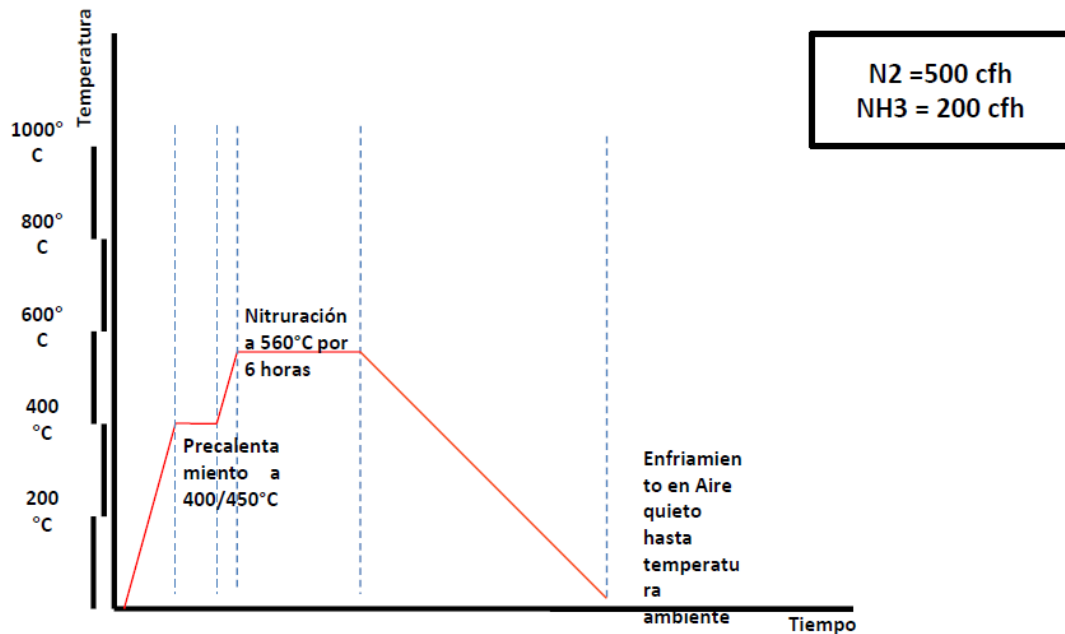
2.2.1.1.2. Nitruración

La nitruración es un tratamiento térmico con la finalidad de lograr un endurecimiento superficial de ciertas piezas. Aceros aleados con cromo, vanadio, aluminio, wolframio y molibdeno; son adecuados para este tratamiento, ya que forman nitruros estables a la temperatura de tratamiento. Estos mismos nitruros adhieren la dureza deseada para el acero. (Capote, 2011).

a. Etapas

- Las piezas de acero aleado son colocadas en una caja herméticamente cerrada donde circula gas amoníaco, que a una temperatura de 500°C permite que el nitrógeno ceda combinándose con el hierro. En caso de pasarse de 500°C se obtendrán capas nitruradas con muy poca dureza. Los espesores de la capa nitrurada obtenidos varían entre 0.20 a 0.70 mm, según la duración del tratamiento (Ecured, 2018).
- La nueva superficie consta de dos zonas: Capa blanca (zona exterior, frágil, pero con muy buenas propiedades de resistencia) y una capa interna (formada por nitruros aleados).

Figura 2. Proceso de nitruración



Fuente: Aceros del Perú, 2018

b. Aceros para nitruración

No todos los aceros pueden ser sometidos a nitruración, se requiere que la pieza en su composición de la aleación haya una cierta cantidad de aluminio 1 %. Los aceros inoxidables, como aceros al cromo níquel y ciertas fundiciones al aluminio o al cromo son los más adecuados para este tratamiento (Ecured, 2018).

2.2.1.2. Tratamiento térmico

2.2.1.2.1. Temple o templado

Es un tratamiento térmico que busca aumentar la dureza y resistencia mecánica de las piezas procesadas, transformando toda la masa en austenita mediante el calentamiento y después,

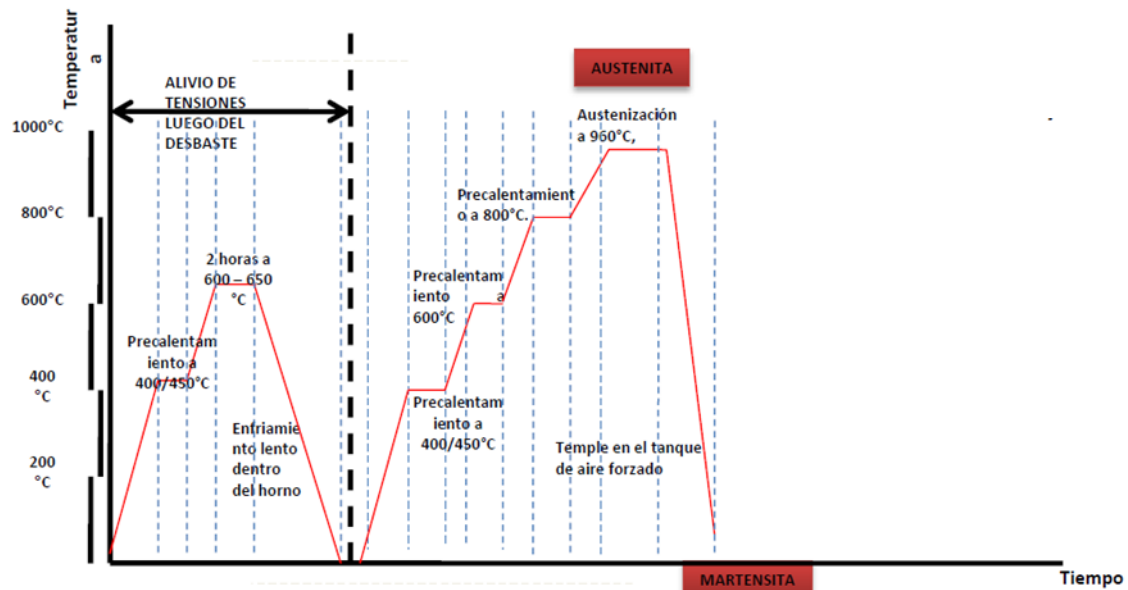
por medio de un enfriamiento brusco lo convierte en martensita, constituyente duro de los aceros templados. Existen mucha variedad de tipos de temple, clasificados en función del resultado que se quiera obtener y en función de la propiedad que presentan casi todos los aceros, a lo que llaman templabilidad (Ecured, 2018).

a. Etapas

El temple directo por enfriamiento es el más habitual para lograr el endurecimiento del acero (Bodycote, 2018).

- Lo primero es calentar en etapas hasta la temperatura de temple, que varía de acuerdo al tipo de acero, entre los 800 y los 1.220 °C. Al tener una temperatura de 730 y 900 °C; la austenita produce una microestructura.
- Luego, se debe mantener esta temperatura de temple y austenización, para igualar la T° de las piezas y transformar la microestructura en austenita.
- Finalmente se debe enfriar la pieza directamente desde la temperatura de austenización, en un medio frío. La velocidad de enfriamiento debe ser lo suficientemente alta para evitar que la pieza de acero regrese a la estructura blanda original.

Figura 3. Proceso de templado



Fuente: Aceros del Perú, 2018

- b. Aceros para temple: Los aceros aleados son más adaptables al templado de manera general. Algunos aceros al carbono que son templables en agua, pueden ser templados a una temperatura de 200°C consiguiendo un espesor inferior a 5 mm. Los comúnmente templados a una dureza total, son: 1090 - 4130 - 4140 - 4340 - 4640 - 5140 - 6150 - 8630 - 8640 - 8745. Los aceros de cementación, como 3312 - 4620 - 5120 - 8620 - 9310, pueden ser templados después de la cementación. Los aceros de bajo y medio C, son de muy baja templabilidad, excepto cuando son cementados.

2.2.1.3. *Sistemas de tratamiento térmico*

2.2.1.3.1. *Horno de sales químicas*

Andrade (2010) en su tesis titulada “Dimensionamiento y construcción de un horno para baño de sales para el taller de procesos de producción mecánica” coincide en que el funcionamiento del horno de sales químicas consiste en introducir las piezas de aceros a ser procesadas en un baño de sales fundidas las cuales poseen una composición salina, todo ello a una temperatura determinada de acuerdo al tratamiento térmico que quiera aplicar y también según el tipo de meta que se quiera tratar.

El uso de los hornos de baños de sales es muy común para el tratamiento térmico de los metales; pues dentro de sus principales ventajas se tiene la uniformidad que se logra, ausencia de oxidación, buena transferencia de calor, facilidad de manejo además de la rapidez con la que se da el tratamiento; teniendo como desventaja la dificultad de limpieza en la pieza.

Los hornos para baños de sales se clasifican en tres grandes grupos:

- Hornos calentados externamente por productos de combustión
- Horno para baño de sales calentados externamente por resistencias eléctricas.
- Horno para baños de sales calentados por arco.

2.2.1.3.2. *Horno de atmósfera controlada*

El horno con atmósfera controlada es muy favorable para aplicaciones especiales, donde se requiera un control total del ambiente interno donde se da el proceso. El hecho de usar un gas durante el calentamiento aumenta la especificidad del proceso, permitiendo atmósferas neutras, reductoras u oxidantes. Dicha tecnología podrá utilizarse en hornos cámara, tipo carro, campana, tipo pozo, tubulares y continuos, teniendo así una mayor adecuación al proceso productivo, garantizando la calidad y eficiencia.

Una de las ventajas al utilizar este sistema es el alto desempeño que se logra, con un bajo consumo de energía; además teniendo una óptima distribución del calor, garantiza una temperatura homogénea dentro del equipo. Las temperaturas estándar que se manejan con este tipo de sistema son de hasta 650 °C, 1000 °C, 1200 °C y 1300 °C (Leso industrial, 2018).

2.2.1.3.3. *Horno de atmósfera controlada y lecho fluidizado*

Este sistema de tratamiento genera excelente uniformidad térmica en toda la superficie de las piezas procesadas, sin involucrar la geometría y dimensión de la misma.

Ello asegura una muy baja distorsión y una gran uniformidad en la dureza de todas las piezas procesadas.

Un de las mayores ventajas de este sistema es la habilidad de iniciar cualquier proceso de tratamiento térmico en un corto tiempo; haciendo que un solo horno tenga la capacidad de realizar un temple y a continuación una cementación.

El lecho fluidizado, lo compone una masa de partículas de alúmina ubicadas en una retorta de acero de alta aleación las cuales “flotan” por efecto del flujo de gas o aire (Aceros del Perú, 2018).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Acero

Aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, sumergido en agua fría adquiere por el temple gran dureza y elasticidad (Hibbeler, 2006).

2.3.2. Acoplar

Adaptar algún objeto o persona para un fin determinado distinto al original (Vox, 2010).

2.3.3. Aleación

Producto homogéneo de propiedades metálicas que se compone de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal (Callister, 2001).

2.3.4. Corrosión

Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general

que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna (West, 2015).

2.3.5. Costos

Valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso (Valencia, 2006).

2.3.6. Energía eléctrica

Forma de energía que resultará de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, situación que permitirá establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos si se los coloca en contacto por intermedio de un conductor eléctrico para obtener el trabajo (Martínez, 2000).

2.3.7. Fatiga

Fenómeno que conduce a la rotura de una pieza mecánica a causa de sollicitaciones repetidas (Budynas y Nisbett, 2012).

2.3.8. Horno

Equipos o dispositivos utilizados en la industria, en los que se calientan los materiales y las piezas o elementos colocados en su interior por encima de la temperatura ambiente (Callister, 2001).

2.3.9. Incremento

Acción de adelantar o mejorar conveniencias, empleos o riquezas se refiere a todo lo que pueda hacerse más grande en cantidad o magnitud (Blank, 2001).

2.3.10. Ingreso

Entradas de dinero que tienen como contrapartida una entrega de bienes o prestación de servicios (Wanden-Berghe y Fernández, 2012).

2.3.11. Mejora

Conjunto de trámites que se llevan a cabo para resolver un proceso. Dirección Administración de una empresa, negocio, etc (Real Academia Española, 2014).

2.3.12. Proceso

Conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado (Kalpakjian y Schmid, 2008).

2.3.13. Propiedades mecánicas

Se refieren a la capacidad de los sólidos de resistir acciones de cargas: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque (Noguez, Balderas, Robert, Ramírez y Salas, 2002).

2.3.14. Propuesta

Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo (Vox, 2009).

2.3.15. Tratamiento térmico

Conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento, bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad, presión, de los metales o las aleaciones en estado sólido, con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas (Barreiro, 2002).

2.4. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental o ex-post-facto puesto que se estudiará el comportamiento natural de la empresa de comercialización y tratamiento térmico de aceros especiales sin manipular circunstancia alguna.

2.4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es concluyente descriptiva ya que se persigue describir la situación actual de la empresa, las deficiencias y fortalezas del proceso de producción de tratamiento térmico de aceros especiales y la propuesta de mejora a las problemáticas identificadas.

2.4.3. Método de investigación

El método de investigación es mixto. Cualitativo para el análisis situacional de la empresa y cuantitativo para el análisis de costos y el potencial impacto económico de la propuesta de mejora planteada.

2.4.4. Técnica de investigación

Las técnicas de investigación utilizadas en el presente estudio son la entrevista a los colaboradores involucrado en el proceso productivo de tratamiento de aceros especiales y la revisión documentaria de textos, información de la empresa y páginas web.

2.4.5. Instrumento de investigación

Los instrumentos de investigación utilizados en el presente estudio son el cuestionario y las fichas bibliográficas

2.4.6. Población

Personal involucrado con el proceso productivo de tratamiento térmico de aceros especiales:

- Operario de tratamiento térmico
- Maquinista.
- Administrador/Jefe de operaciones.



CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1. Cultura organizacional

3.1.1.1. Misión

Brindar asesoría técnica en la correcta selección de los aceros especiales y sus tratamientos térmicos.

3.1.1.2. Visión

Ser una empresa reconocida en el mercado nacional e internacional en la comercialización de los aceros especiales y el servicio de tratamiento térmico, consolidando nuestra posición a través de la entrega de soluciones integrales a nuestros clientes.

3.1.1.3. Objetivos

- Cero por ciento de reclamos en los tratamientos térmicos.

3.1.2. Productos y servicios

- Aceros de Construcción / Ingeniería (producto): Aceros del Perú oferta a sus clientes aceros utilizables en el rubro de la construcción, las cuales poseen diferentes características según su forma y dimensión, utilizándose específicamente en las vigas o pilares. Comercializa también un tipo de acero laminado que se utiliza para las estructuras de hormigón armado o en estructuras, aislaciones, revestimientos, entresijos, cubiertas y terminaciones, etc. Dentro de ésta categoría se

tiene aleaciones de acero como: 16NC6, 42 Cr Mo S4 H, C 45 (2 C45), COR TEN, NUEVA OVAKO 280, 500 HB, 1020 Calibrado (2 C22).

Figura 4. Aceros de Construcción / Ingeniería



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

- Aceros Inoxidables (producto): La comercialización de este producto por parte de la empresa es muy prestigiosa ; la aleación de acero con un mínimo del 10 % al 12 % de cromo contenido en masa le otorga Resistencia a la corrosión y la oxidación, resistencia al calor, reciclable, fácil fabricación y limpieza además de su bajo coste es un producto atractivo para su compra; dentro de su categoría la empresa oferta la variedad 1.4021, 1.4057, 1.4301,1.4306, 1.4401, 1.4404, 316 L, 1.4841.

Figura 5. Aceros Inoxidables



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

- Aceros Pulvimetalúrgicos (producto): Acero con máxima resistencia a la rotura; el proceso de producción del acero es homogéneo y de alta calidad caracterizada por su estabilidad dimensional durante el tratamiento térmico, rectificado; la cual le otorga una tenacidad superior a los aceros producidos por medios de procesos convencionales. La empresa oferta las siguientes variedades: CPM 3V, CPM 10V, CPM REX M4 HC HS.

Figura 6. Aceros Pulvimetalúrgicos



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

- Aceros para trabajar en frío (producto): La dureza, buena tenacidad, resistencia a la compresión y alta resistencia al desgaste son características principales de este acero especial, idóneo para herramientas de corte y perforación, para matrices y cuchillas, estampación, fresas helicoidales etc. La empresa oferta 8 tipos dentro de esta categoría: 1.4125, Cryodur 2210 “STUB”, Cryodur 2379, Cryodur 2436, Cryodur 2510, Cryodur 2550, Cryodur 2767, Cryodur 2990.

Figura 7. Aceros para trabajar en frío



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

- Aceros para trabajar en caliente (producto): Esta categoría de aceros son muy útiles en aplicaciones en las que la temperatura superficial es generalmente superior a 200°C . Los aceros para herramientas en los que son aplicables deben poder soportar no el esfuerzo mecánico y abrasivo de las herramientas, además del choque térmico al que es sometido. La empresa oferta: Thermodur 2344 EFS, Thermodur 2365 EFS, Thermodur E38 K.

Figura 8. Aceros para trabajar en caliente



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

- Aceros para moldear plásticos (producto): Aceros del Perú posee dentro de su producción esta categoría de acero la cual posee alta conductividad térmica combinada con dureza la cuál es útil para moldes de soplado e inyección de plástico, para la fabricación de boquillas y agujas para sistemas de corte en caliente insertos de enfriamiento para moldes, etc. La empresa ofrece las siguientes variedades: ALUMOLD 500, Cobre Berilio, Formadur 2083, Formadur 2190, Formadur 2738, Formadur PH X SUPERCLEAN.

Figura 9. Aceros para moldear plásticos



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

3.1.3. Clientes y proveedores

3.1.3.1. Clientes

La cartera de clientes con las que cuenta la empresa aceros del Perú es amplia puesto que atiende a muchos sectores económicos como minas, petroleras, ladrilleras, generación eléctrica, agroindustria, cementeras, maestranzas, pesqueras, tuberías y perneras y metalmecánicas siendo este último sector uno de los principales.

Indumetsa S.A.C.: Empresa arequipeña dedicada al tratamiento y revestimiento de metales; maquinado con más de 20 años en el mercado.

Imco S.A.C.: Empresa ubicada en la ciudad Arequipa enfocada realizar trabajos en ingeniería y proyectos, fabricación de maquinaria, estructuras metálicas, montaje, obras civiles, mantenimiento industrial y minero bajo la modalidad outsourcing.

Efimec S.A.C.: Empresa con mucha experiencia y especializaciones en el mantenimiento, reparación y fabricación de maquinarias industriales. Además, ofrece servicios en la rama de metalmecánica y construcción en general.

Ladrillera El Diamante: Empresa arequipeña que realiza venta directa y distribución de ladrillos en sus distintas variedades en los diferentes puntos de venta en todo el sur del Perú.

Yura S.A.: Empresa con más de 50 años en el sector siendo uno de los ejes de desarrollo más significativos en el sur del Perú. La empresa se dedica a la producción y comercialización de cemento de alta calidad la cual cuenta con una gran red de distribución.

Buenaventura: Compañía de Minas Buenaventura; empresa peruana productora de metales preciosos con más de 60 años en el mercado con actividades de exploración, desarrollo, construcción u otras operaciones mineras. Siendo, la primera empresa minera de América Latina en ingresar a la Bolsa de Valores de Nueva York.

3.1.3.2. *Proveedores*

Schmolz + Bickenbach Group: Empresa alemana proveedora de soluciones a medida para productos especiales de acero largo. Líder mundial para los productos largos de acero para herramientas y acero inoxidable.

Dörrenberg Edelstahl: Este proveedor alemán con su unidad de negocios de fundición de precisión ofrece soluciones especiales en las áreas de ingeniería mecánica, industria automotriz, fabricación de herramientas, mecánica de precisión. Además, ofrece asesoramiento sobre materiales, simulación de la solidificación, procesamiento mecánico y varios tratamientos superficiales.

Ovako: Principal proveedor europeo líder de acero de ingeniería ofertando principalmente barras, tubos, anillos y pre-componentes en aceros de baja aleación la cual tiene diversas aplicaciones, como en cojinetes, cilindros hidráulicos y taladros de roca, etc.

Constellium: Proveedor europeo que desarrolla productos de aluminio con alto valor agregado, enfocados principalmente a los mercados aeroespacial, automotriz y de envasado. Cuenta con una red global de 24 instalaciones de producción, centros tecnológicos de vanguardia.

3.1.4. **Proceso productivo**

Aceros del Perú tiene como proceso principal el tratamiento térmico de los aceros en la planta de Arequipa, la cual sigue una secuencia de actividades que se detallan a continuación:

- Recepción de piezas: Cada tipo de piezas ingresa por lotes al tratamiento térmico; para ello recibe una codificación en el sistema informático desde la recepción hasta la entrega al cliente; posteriormente las piezas son fotografiadas, pesadas y examinadas con la finalidad de identificar incompatibilidades entre material y el tratamiento solicitado.
- Verificación de las características del material: Se procede a realizar una inspección visual para identificar el tipo de acero. Aquellos materiales, que no presentan observaciones realizadas por el personal podrán ingresar al proceso. A continuación, se registra las dimensiones y medidas iniciales del material para determinar la variación de estas después del tratamiento térmico generándose así la Ficha de Recepción de Materiales (FREM).
Además, se genera una “Ficha o pedido de tratamiento térmico” que posee un código de trabajo secuencial para cada pieza, ésta se añade a una base de datos que trabaja a partir de hojas de tratamientos, control de procesos diarios, reportes diarios, estadísticas y observaciones. Los operadores de planta ingresan su reporte de trabajo en tiempo real en cada ficha elaborada en el sistema para la difusión a otras áreas.
- Tratamiento térmico: Las piezas son preparadas y acondicionadas por el personal de planta para su ingreso a los hornos, siguiendo procedimientos establecidos y una programación diaria. Los resultados obtenidos en el tratamiento son registrando en la “ficha de tratamiento”.

Finalizando el proceso, cada pieza es lavada, pavonada o arenada según sea el caso, seguidamente son examinadas a detalle para pasar al

departamento de control de calidad, quienes verifican las propiedades finales del producto.

- Verificación de parámetros: Una vez que las piezas sean aprobadas por el departamento, se emite un reporte de control calidad donde aparece claramente los registros de medición de dureza de las piezas.

En la Figura 10 se observa el flowsheet del proceso térmico al cual son sometidas las piezas para obtener propiedades especiales:



Figura 10. Flow Sheet proceso de tratamiento térmico





Recepción de piezas



Verificación de
características de material



Tratamiento térmico



Lavado



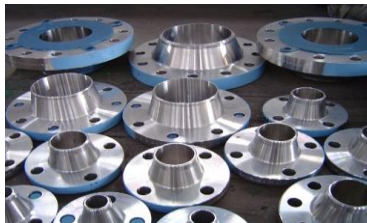
Pavonado



Arenado



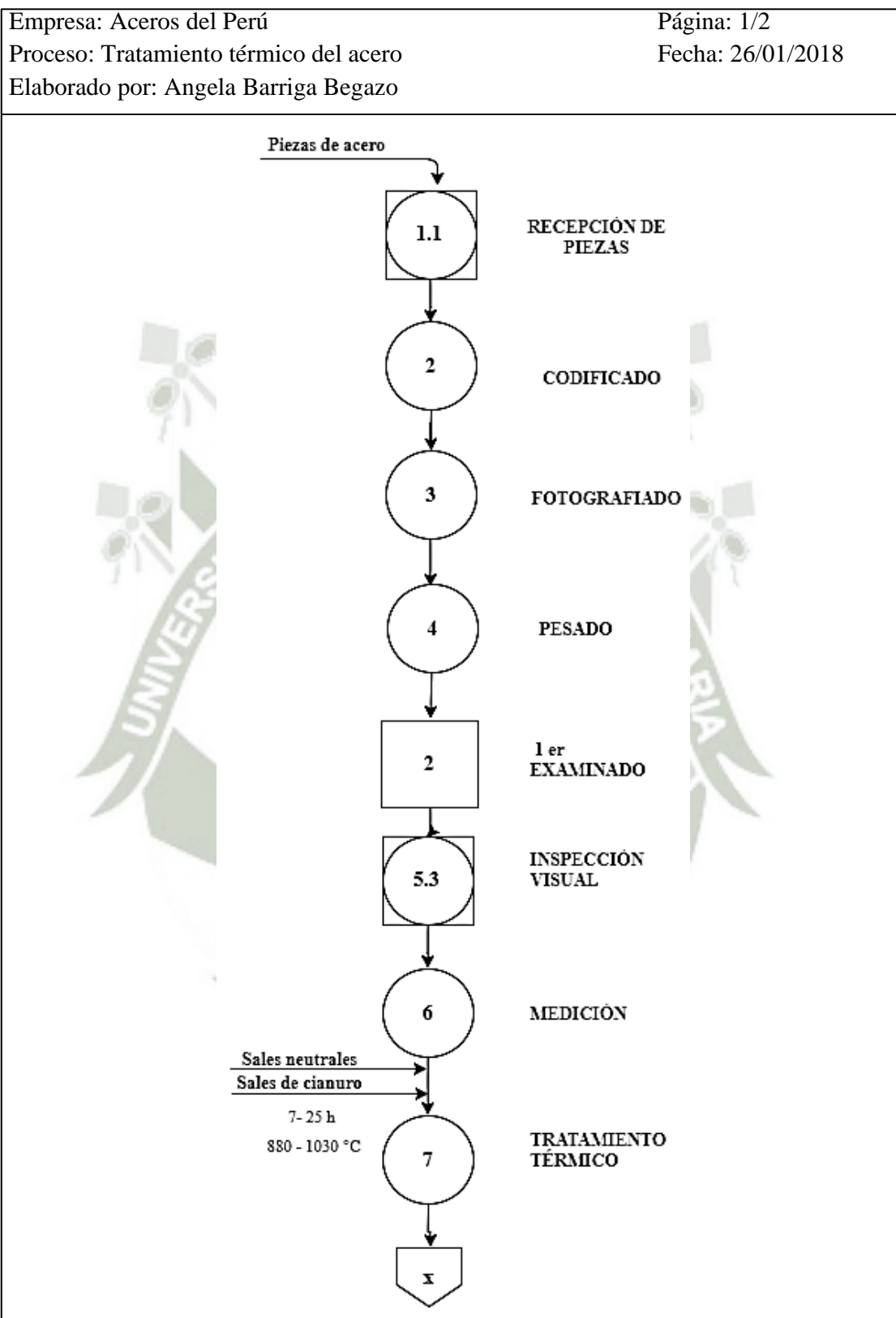
Control de calidad:
Verificación de parámetros



Despacho

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. DOP del mantenimiento del tratamiento térmico del acero



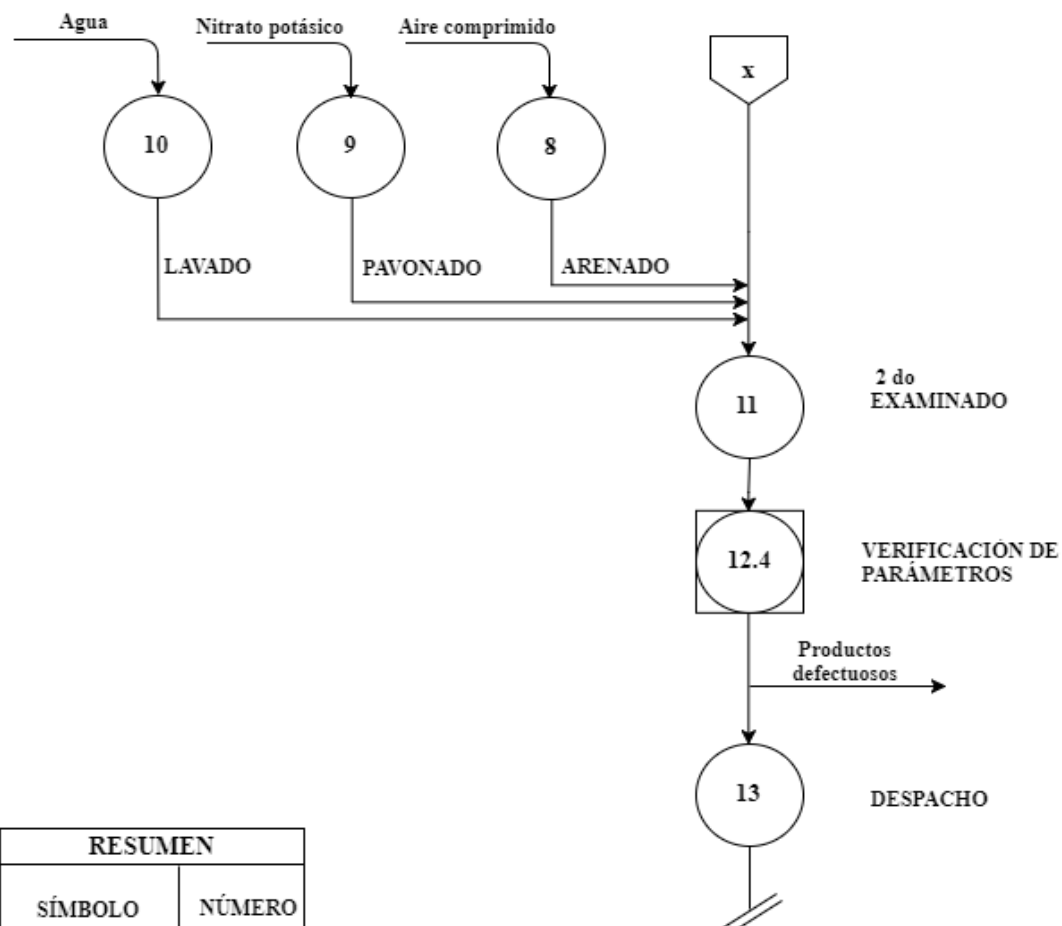
Empresa: Aceros del Perú

Página: 2/2

Proceso: Tratamiento térmico del acero

Fecha: 26/01/2018

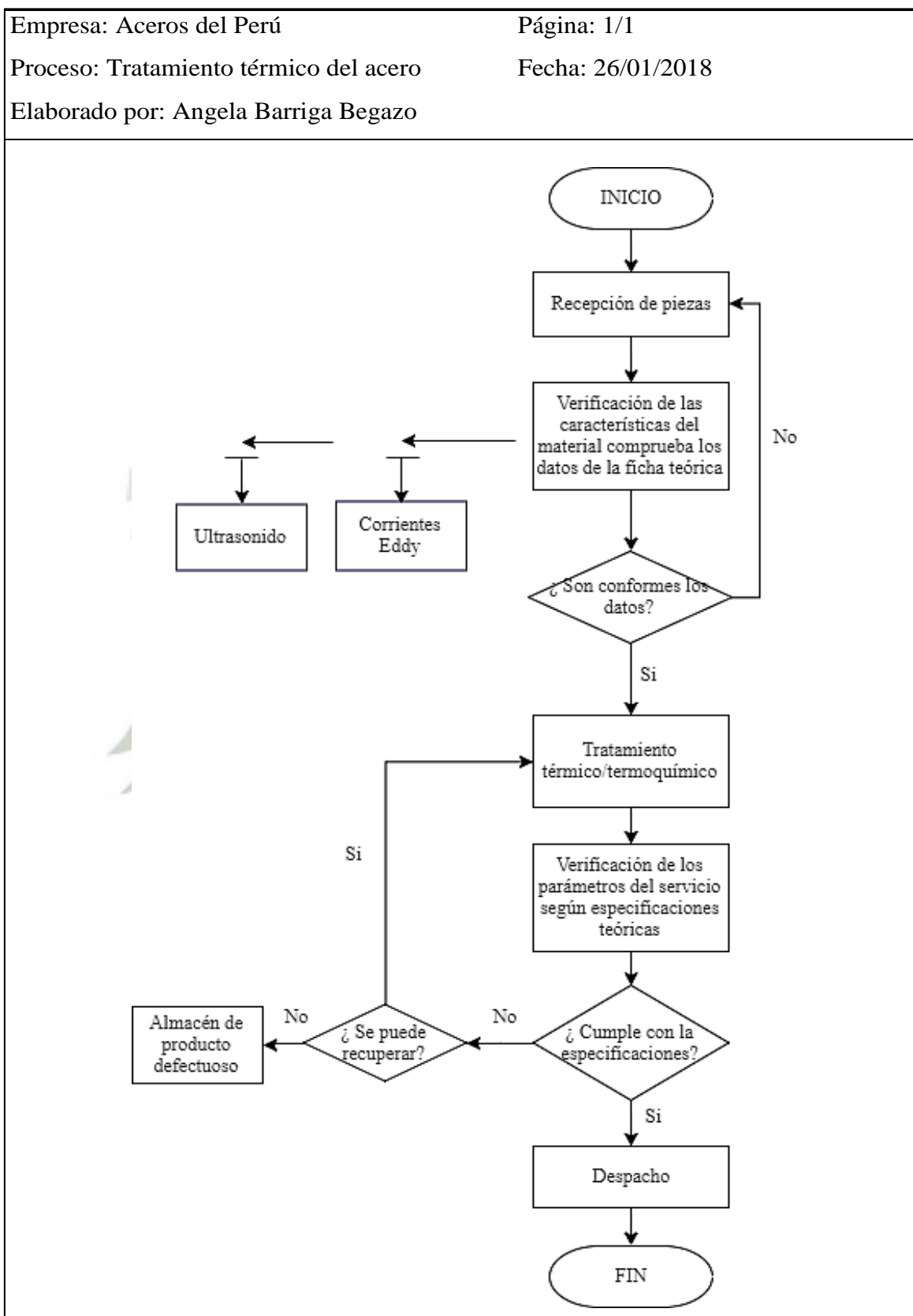
Elaborado por: Angela Barriga Begazo



RESUMEN	
SÍMBOLO	NÚMERO
○	13
□	1
◻	3
TOTAL	17

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Diagrama de flujo del tratamiento térmico del acero



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Análisis PESTE

El análisis PESTE consiste en determinar factores externos que influyen en las empresas del mismo sector; para ello, se analizan seis factores: político - legal, económico, social, tecnológico, ecológico y ambiental, informática y tecnología. Mediante este análisis se identificarán amenazas y oportunidades que forman parte del entorno externo a la empresa.

Seguidamente se desarrolla cada uno de los factores:

3.1.5.1. *Factor político-legal*

3.1.5.1.1. *Estabilidad política*

El aspecto político en el país durante el último trimestre del 2017 sufrió una crisis según los expertos como se menciona en Gestión (2017); pues, ya no se puede hablar de economía y política de manera separada; por lo que, entre los primeros pasos que se debe realizar es el fortalecimiento político institucional, y asegurar la confianza a la inversión privada que se ha estado poniendo en riesgo.

3.1.5.1.2. *Reglamentaciones gubernamentales*

Sin Fronteras (2017); Ley 30569, promulgada con la finalidad de permitir a miles de pensionistas mineros recibir un bono complementario de jubilación de acuerdo al cálculo del beneficio recibido. Según la Ley queda indefinida la vigencia de las facultades de la Oficina de Normalización Previsional [ONP] y la SUNAT para administrar y recaudar los recursos del Fondo

Complementario de Jubilación Minera, Metalúrgica y Siderúrgica (FCJMMS).

Los bonos serán otorgados una sola vez proveniente de un fondo complementario que la SUNAT cobra a las empresas mineras, que están obligadas a dar un aporte de 0.5% de sus impuestos de la renta de Tercera Categoría.

Cada año los gobiernos disponían en la Ley de Presupuesto que la ONP administre el fondo y reciba las solicitudes del bono complementario por parte de los jubilados. Pero ahora es el Fondo Consolidado de Reservas Previsionales [FCR] encargado de la administración de los recursos que constituyen el Fondo Complementario de Jubilación Minera, Metalúrgica y Siderúrgica [FCJMMS] creado por la referida ley.

3.1.5.2. Factor económico

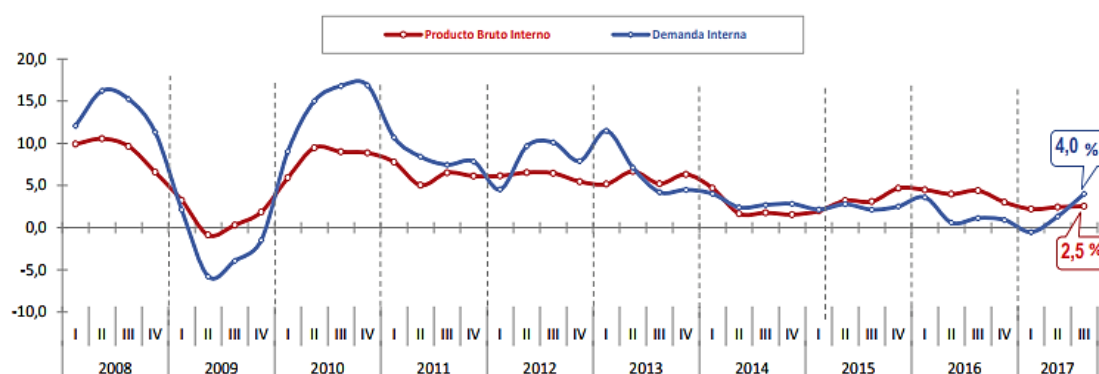
3.1.5.2.1. Tendencia del PBI

En el tercer trimestre del año 2017 el Producto Bruto Interno [PBI], incrementó en 2,5%, por la favorable evolución de la demanda interna alentada por el mayor consumo y una importante recuperación de la inversión. En el crecimiento del PBI incidió tanto el incremento del consumo final privado (2,3%) como el aumento del consumo del gobierno (5,9%), así como, la recuperación de la inversión privada (4,0%) y la inversión pública (4,6%) según reporte del INEI (2017).

Contribuyó también en el crecimiento del PBI, la inversión bruta fija que aumentó en 4,1% por la mayor inversión en nuevas construcciones (5,6%) y adquisición de maquinaria y equipo (2,0%), principalmente de equipo importado que creció en 2,4%.

Figura 13. Producto Bruto Interno y Demanda interna, 2008 I – 2017 III

(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo periodo del año anterior)
Año Base 2007=100



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017.

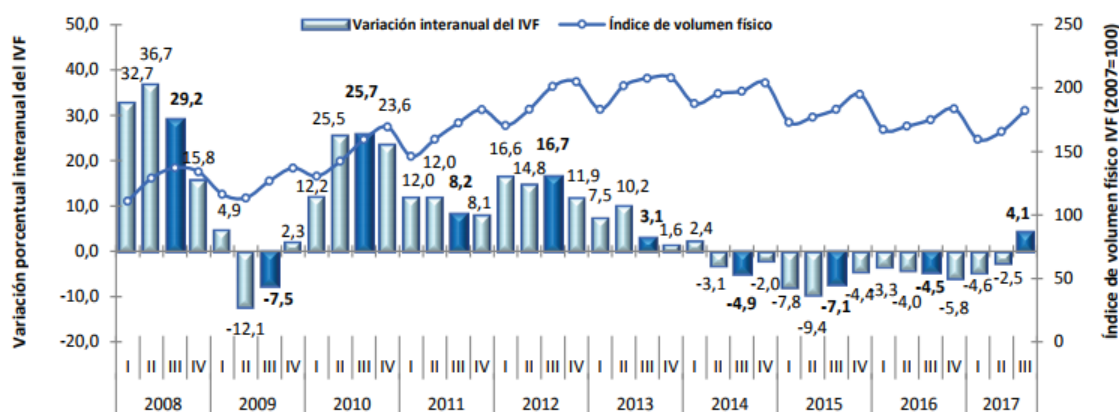
Las importaciones crecieron en 9,3%, por las mayores compras de bienes de consumo en 5,9%, materias primas y productos intermedios en 14,9% y bienes de capital para la industria en 9,6%. Por actividades económicas, el crecimiento del Producto Bruto Interno de 2,5% en el tercer trimestre del año, se explica por la favorable evolución de las actividades extractivas (3,8%) y de servicios (2,7%), no obstante, la disminución en las actividades de transformación (-0,4%).

3.1.5.2.2. Formación bruta de capital fijo

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017) afirma que el tercer trimestre de 2017, la formación bruta de capital fijo,

creció en 4,1%, respecto al mismo periodo del año anterior. Este resultado fue el reflejo del crecimiento de la construcción en 5,6% y la mayor adquisición de maquinaria y equipo en 2,0%. La adquisición de maquinaria y equipo de origen nacional aumentó en 0,9%, debido a la mayor demanda en motores, generadores y transformadores eléctricos (27,4%), otras estructuras metálicas (11,2%) y tanques, depósitos, recipientes de metal (11,2%), entre otros. Asimismo, las adquisiciones de maquinaria y equipo de origen importado aumentaron en 2,4%, principalmente por las mayores compras de maquinaria industrial (16,5%), partes y accesorios de maquinaria industrial (3,6%) y otro equipo fijo (2,9%).

Figura 14. Formación bruta de capital Fijo, 2008 I – 2017 III



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017.

3.1.5.2.3. Análisis económico del sector siderúrgico mundial

En diciembre del año 2017 Gestión (2017) realizó un análisis del sector siderúrgico a nivel mundial, por los últimos años las

siderúrgicas estadounidenses y europeas no avizoraban un buen panorama, pero según ArcelorMittal, el mayor productor de acero asegura que la industria volvió a prosperar.

ArcelorMittal considera que se ha estado impulsando los precios del acero y las acciones de los productores del mismo en todas sus variedades; pues la demanda global es considerablemente fuerte debido quizás a que la industria China ha estado últimamente cerrando plantas de producción de acero para reducir la contaminación dejando de abastecer a muchos mercados. En cuanto, al dumping chino muchos países han reforzado las defensas comerciales después de que este sea un peligro para la industria siderúrgica en el mundo.

Siendo la empresa siderúrgica más importante en Estados Unidos y Europa, ArcelorMittal se ha posicionado fuertemente en el mercado para manejar la recuperación de la industria de acerería. Pues, sus acciones subieron a más del doble en el 2016 y avanzó 10% en el 2017, y según pronósticos la empresa generará su mayor ganancia anual en medio decenio.

3.1.5.3. Factor social

A pesar la baja en la industria siderúrgica en el País en los últimos años, se cree que habrá un crecimiento en el sector para los años venideros el aspecto social es un punto fundamental a tratar en las empresas del sector, así como en los interesados en ello. Si bien es cierto, el sector siderúrgico

al que pertenece la empresa Aceros del Perú como tal no presenta conflictos sociales no es ajeno a los problemas sociales que tiene actualmente el sector minero. Por otro lado, la revista Horizonte Minero (2017) en su publicación de agosto menciona que una de las mayores empresas del sector siderúrgico como es Siderperú ha desarrollado proyectos enfocados al bienestar social como es el proyecto “Formalización y Fortalecimiento de Recicladores Metálicos”, que la desarrolló en alianza estratégica con Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo [IRR] y la ONG ADEC-ATC. El objetivo del proyecto era convertir el reciclaje metálico en un negocio sostenible.

Las diferentes actividades de responsabilidad social promovidas por empresas líderes del sector como SiderPerú, buscando por ejemplo la mejorar en educación son precedentes para las empresas del rubro buscando propiciar actividades en beneficio de la sociedad común.

3.1.5.4. Factor tecnológico

El aspecto tecnológico dentro de toda industria es fundamental para el desarrollo de la misma, y más aún en la siderurgia. La tecnología ha ido avanzando aceleradamente en la industria del acero debido a la competencia mundial de países como China que, produce el 50% de la oferta global buscando mejoras en sus procesos, optimización en sus recursos cambiando así el dinamismo de mercados como es el caso del Perú (Horizonte Minero, 2017).

En la búsqueda de ofrecer aceros con alto valor, innovadores, se generaron nuevos modelos de gestión empresarial, gestión de operaciones, apostando en fuertes inversiones en tecnología con la finalidad de lograr una competitividad mundial.

Como se mencionó anteriormente, la producción de china era a grandes escalas lo cual generaba la oferta de precios bajos y subsidiados del acero llegando incluso al cierre de empresas del sector en países como España y Reino Unido, entonces la tecnología estaba enfocada en optimizar lo coste para lograr ser competitivos con los productos ofertados a precios bajísimos.

3.1.5.5. *Factor ecológico y ambiental*

La ley 28611, Ley General del Ambiente, promulgada con la finalidad de incidir en el cuidado y respeto de medio como el aire, suelo y subsuelo; fomentando así una efectiva gestión ambiental y por otro lado, asegurando la salud de las personas individual y colectivamente, asegurando la conservación de la flora y fauna silvestre bajo un aprovechamiento sostenible en el tiempo de los recursos naturales de nuestro territorio peruano. Esa ley, se fundamenta en la prevención y precaución de los diversos productos provenientes de la minería, así como los suministros para su explotación. Lo que busca la ley es disminuir y evitar malas prácticas medioambientales que pueden ocasionar daños irreparables para las comunidades y especies que se desarrollan dentro del hábitat de influencia.

3.1.6. Análisis AMOFHIT

Mediante el análisis AMOFHIT se identificará la situación actual de la empresa dentro de cada una de sus principales áreas funcionales como: administración y gerencia, marketing y ventas, operaciones y logística, finanzas, talento humano, informática y tecnología. Se analiza la información de cada una de estas áreas que permitirán posteriormente, determinar las fortalezas y debilidades de la empresa Aceros del Perú.

3.1.6.1. Administración y gerencia

3.1.6.1.1. Constitución

El 26 de agosto de 1999 la empresa registrada con la razón social Aceros del Perú S.A.C. – “ACEPESAC”; inició su actividad comercial en la importación y comercialización de aceros especiales y sus tratamientos térmicos. Dicha empresa peruana con N° de RUC 20430039254 a lo largo de los años ha consolidado su posición en el mercado debido a calidad de sus productos y servicios, además de la asesoría técnica que brinda, así como a la vocación de servicio al cliente que fueron pilares fundamentales para su desarrollo y crecimiento.

Algunos de los principales ejecutivos, representantes o directores fueron: Cornejo Corrales Belia Patricia desde el 08 de setiembre del 2010 y como gerente general Cornejo Chávez Edilberto desde el 20 de diciembre del 2005 hasta la actualidad.

Aceros del Perú, con más de 14 años en el mercado, ha logrado tener dos sucursales a nivel nacional con una oficina principal y planta de tratamientos térmicos ubicada en Av. Oscar R. Benavides N° 1244-1260 en la ciudad de Lima, además de cubrir también la zona sur con la nueva planta de tratamientos térmicos-termoquímicos ubicada en Jr. Lambayeque 105 Mariano Melgar en la ciudad de Arequipa; siendo esta última sede la que será motivo de estudio en la presente tesis.

3.1.6.2. Estructura orgánica

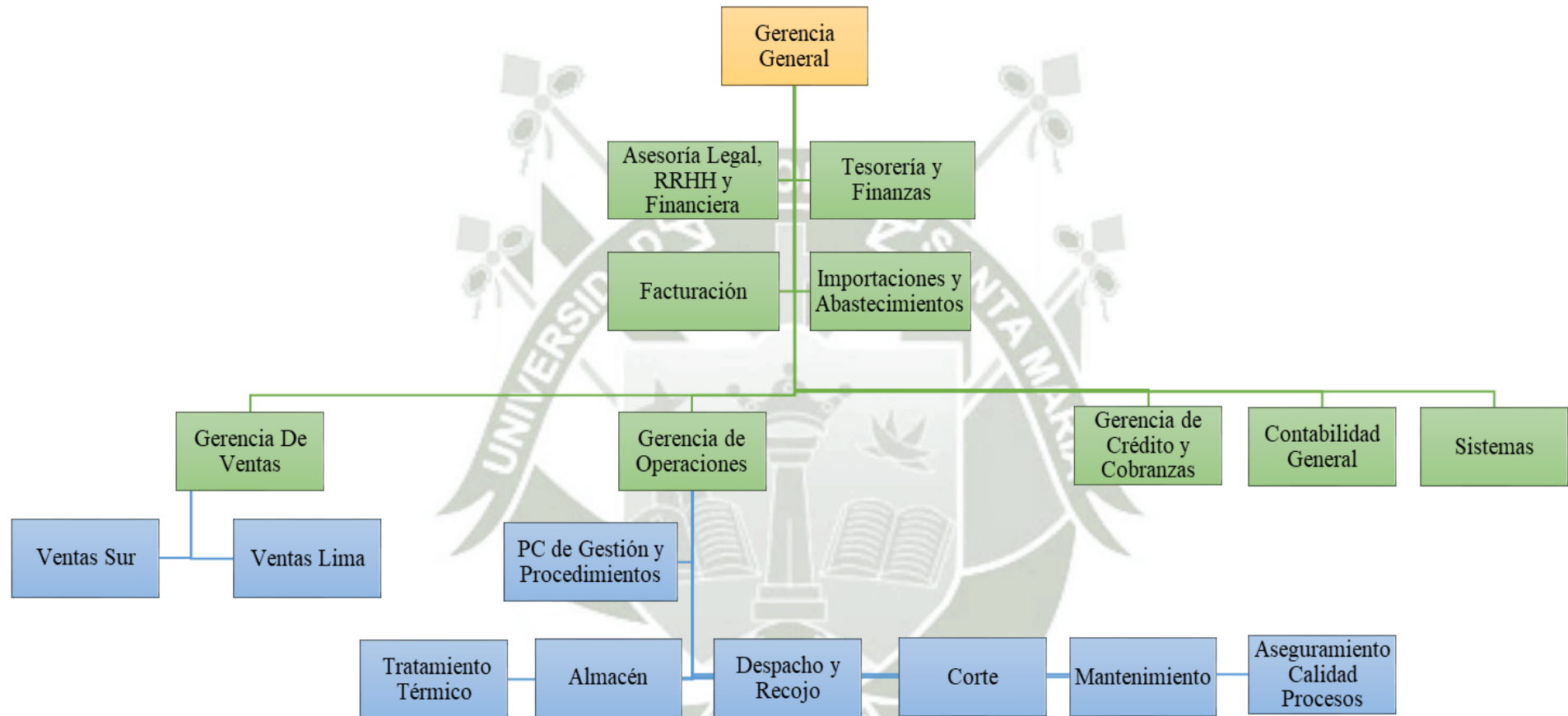
La empresa cuenta con un organigrama la cual forma parte de la estructura orgánica formal en la que se identifican 6 áreas principales; por otro lado, la toma de decisiones se da en forma vertical descendente permitiendo así el cumplimiento de objetivos propuestos por la empresa. Además, la empresa cuenta con 6 órganos de apoyo y/o asesoría como: tesorería y finanzas, asesoría legal, RRHH y financiera, importaciones y abastecimientos, etc.

A continuación, se describe cada una de las áreas de la empresa que forman parte del organigrama:

- Gerencia general: Área encarga de definir políticas, directrices y procedimientos corporativos para lograr la eficiencia administrativa, operacional y financiera de toda la empresa generando rentabilidad y crecimiento en el tiempo.

- Gerencia de ventas: Área encarga de gestionar la fuerza de ventas de la empresa, la cual cuenta con profesionales capacitados para la identificación de necesidades de los clientes directos e indirectos.
- Gerencia de operaciones: Área encarga de la recepción, almacén y despacho de los productos, además de ejecutar los procesos de tratamiento térmico a los que son sometidos los productos con un buen manejo de mantenimiento y aseguramiento de la calidad de los mismos.
- Gerencia de crédito y cobranzas: Dicha gerencia promueve la gestión efectiva de las cobranzas, así como el otorgamiento de los créditos, estudios de los estados financieros e información anexa y verificación de documentación relevante para la empresa.
- Contabilidad general: Organiza y opera políticas, normas, sistemas y procedimientos necesarios para garantizar la exactitud y registro de las operaciones financieras, presupuestales para el logro de metas y objetivos corporativos.
- Sistemas: Área encargada del desarrollo y manejo de softwares; así como, el análisis de los sistemas en la empresa.

Figura 15. Estructura orgánica



Fuente: Aceros del Perú , 2017.

3.1.6.2.1. Distribución de personal

Considerando que, el motivo de estudio en la presente tesis va dirigida a una propuesta de mejora en la planta de tratamiento térmico/termoquímico ubicada en la ciudad Arequipa, la información acerca de la distribución de personal en esta sede se detalla a continuación.

Tabla 2. Distribución de personal por área

ÁREA	CANTIDAD
Administración	2
Almacén	2
Distribución	2
Ventas	6
Tratamiento Térmico	1
Total	13

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

De acuerdo a la Tabla 2, el área de ventas posee casi el 50% del personal de la empresa, siendo ésta una de las principales áreas para el funcionamiento de las mismas.

Tabla 3. Distribución de personal por cargo

AREA	CARGO	CANTIDAD
Administración	Administrador / jefe de operaciones	1
Administración	Facturación	1
Almacén	Jefe de almacén	1
Almacén	Operario de corte	1
Distribución	Operario de almacén - transporte	2
Ventas	Jefe de ventas	1
Ventas	Asesor técnico comercial	2
Ventas	Ejecutiva de apoyo - oficina	2
Ventas	Telemarketing	1
Tratamiento Térmico	Oper. tratamiento térmico	1
Total		13

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

La Tabla 3 muestra que los cargos con mayor número de personal son operario de almacén – transporte, asesor técnico comercial y ejecutiva de apoyo – oficina; los mismos que forman parte del nivel operativo en la empresa.

3.1.6.3. Marketing y ventas

3.1.6.3.1. Marketing

Los principales esfuerzos de marketing realizados en la empresa Aceros del Perú en su sede Arequipa son:

- Dictado de charlas técnicas a clientes.
- Visitas guiadas a las instalaciones de la empresa dirigida a diversas instituciones educativas en nivel técnico y superior.
- Participación en ferias, simposios y seminarios nacionales e internacionales dando a conocer los últimos avances e innovaciones realizadas en la empresa.

3.1.6.3.2. Ventas

Aceros del Perú oferta en el mercado la venta de productos importados de acero de marcas reconocidas a nivel mundial, así como la prestación de servicios de tratamiento de aceros especiales. La empresa es experta en la venta de productos de acero en todas sus variedades como aceros de construcción/ingeniería, inoxidable, pulvimetalurgicos, para trabajo en frío, para trabajo en caliente, para moldear plásticos, etc.

Actualmente, Aceros del Perú cuenta con una red de distribuidores en todo el territorio peruano que permite ofrecer un buen servicio a sus clientes. El sistema comercial está basado en la asesoría técnica comercial y ejecutiva, con la finalidad de cumplir con las expectativas de los clientes.

La fuerza de ventas en la sede de la ciudad de Arequipa son un total de 6 colaboradores, en comparación a la sede principal ubicada en Lima con un total de 16 colaboradores. La sede de Arequipa es casi la tercera parte de la fuerza de ventas de la sede principal.

3.1.6.4. Operaciones y logística

Las operaciones de la empresa Aceros del Perú en su sede Arequipa se dan en la planta de tratamiento térmico/termoquímico; la cual cuenta con la tecnología de lecho fluidizado completamente automatizada; al contar con un proceso automático el cual permite un monitoreo por computadora, el resultado de éste proceso asegura la alta calidad de los productos; siendo esta tecnología la más moderna para el sector siderúrgico. Además, los hornos que forman parte de la planta de tratamiento pueden ser utilizados para varios procesos a los que son sometidas las piezas de acero a fabricar.

Pero, en la planta de tratamiento en su sede de Arequipa, se cuenta con el tratamiento térmico haciendo uso de hornos eléctricos los cuales sólo entran en operación si la cantidad a ser procesada supera el 50 % de su

capacidad, por lo que si se tienen pedidos menores a este rango los pedidos son enviados a la ciudad de lima para ser procesados ocasionando demoras en el tiempo de entrega de los productos, costo de fletes de transporte los cuáles son cargados al costo del servicio influyendo así en los niveles de venta.

Por otro lado, la empresa distribuye productos de importantes empresas reconocidas a nivel mundial para ello realiza la importación de éstos productos haciendo uso de servicios aduaneros una vez realizada la negociación con los proveedores.

En cuanto a la gestión de seguridad industrial e higiene ocupacional la empresa cumple con los requisitos según Ley N°29783 - Ley de seguridad y salud en el trabajo encontrándose actualmente en proceso de implementación de acuerdo al DS-005-2012-TR.

3.1.6.5. Finanzas

La gestión financiera en la empresa se basa principalmente en la puntualidad de los pagos a sus proveedores internacionales, la cual se gestiona de dos maneras; al contado y otra bajo crédito con un plazo de 180 días calendarios.

Aceros del Perú en su sede Arequipa genera una rentabilidad del 10% aproximadamente.

La empresa también, utiliza financiamiento externo para las operaciones en sus sedes de Lima y Arequipa. La empresa realiza préstamos bancarios de dos principales entidades bancarias como BBVA Continental e

Interbank, los usos de éstos créditos son para la compra de materia prima, insumos y repuestos para asegurar la producción.

La empresa cuenta con buena liquidez, pero en los últimos años ésta ha ido disminuyendo debido a pérdidas de contratos dejando de ganar utilidades, debido al problema mencionado por el uso de hornos eléctricos.

3.1.6.6. *Talento humano*

Cada uno de los colaboradores de la empresa Aceros del Perú recibe una capacitación constante tanto interna como externa, además el personal cuenta con mucha experiencia en el rubro los que ha permitido lograr a la empresa crecer en el sector. El capital humano de la empresa para el 2017 fue un total de 127 trabajadores, de los cuales 13 trabajadores laboran en la sede de la ciudad de Arequipa. En la empresa se tiene un buen clima laboral basado en el respeto y aprecio mutuo; permitiendo que ellos mismos se esfuercen para lograr los objetivos en bien de la compañía.

Como parte de la motivación a los trabajadores se realizan actividades de integración laboral; por ejemplo, se obsequian un presente para cada trabajador por motivo de su cumpleaños; además se organiza una reunión en el mes de diciembre para la entrega de regalos a los hijos de los trabajadores conjuntamente con un brindis por año nuevo.

En cuanto al proceso de reclutamiento y selección de personal se realizan convocatorias a través de bolsas de trabajos vía web como Computrabajo

y Bumeran, luego se seleccionan los CV's para una entrevista preliminar, se realizan exámenes según el perfil y puesto al que aplican, para finalmente tener una entrevista con el jefe directo.

En el aspecto salarial, la empresa es muy puntual en el pago de planilla a sus trabajadores dando cumplimiento a las normas legales del salario como el pago de horas extras, CTS, fondo de pensiones, gratificaciones, etc. El ingreso a planilla es desde el primer día de trabajo.

Las evaluaciones de desempeño laboral son anuales, teniendo en cuenta 10 aspectos laborales los cuales son evaluados usando un formato preestablecido. El nivel de rotación de personal en la empresa es bajo con un 10% a 16 % anual.

3.1.6.7. Informática y tecnología

La empresa cuenta con ERP's tales como SAP Y SIA (Sistema de Información Administrativa) que abarcan la gestión de las principales áreas de la empresa como producción, logística, recursos humanos y contabilidad. Al contar con estos sistemas se facilita la comunicación e interacción de los datos, pudiéndose así, obtener información útil para la toma de decisiones de los interesados.

Cabe mencionar que la tecnología utilizada en la planta de tratamiento térmico de la empresa es muy moderna, se usa la tecnología de lecho fluidizado que en comparación de otras tecnologías posee mayores ventajas para los productos que se procesan en la empresa como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Ventajas de la tecnología de hornos

Propiedades	Lecho Fluidizado	Horno al vacío	Horno de sales
Uniformidad de temperatura	Excelente	Media/pobre (cuando se inicia el calentamiento)	Buena
Acabado	Excelente	Media	Pobre
Integridad de la superficie	Buena	Excelente	Buena
Compatibilidad de temple	Excelente	Media	Buena
Flexibilidad de atmósfera	Excelente	Pobre	Pobre

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

Por otro lado, la procedencia de los principales equipos usados en la empresa en su sede Arequipa provienen de países como Turquía, India y China la cual garantizan la buena calidad de los mismos.

3.1.7. Análisis FODA

3.1.7.1. Fortalezas de Aceros del Perú S.A.C.

- Localización: La empresa cuenta con dos sedes a nivel nacional, una en la capital Lima siendo este el principal centro de operaciones; otra en la ciudad de Arequipa para cubrir el mercado de la zona sur del país, sucursales ubicados estratégicamente que permite el posicionamiento de la empresa, además de la amplia red de distribuidores en todo el territorio peruano.
- Respaldo de proveedores: Aceros del Perú cuenta con el respaldo y representatividad a nivel nacional de reconocidas marcas del sector siderúrgico a nivel mundial, empresas de gran prestigio

como Costellium, Ovako Schmolz + Bickenbach Group, Dörrenberg Edelstahl principales productores y distribuidores de acero, líderes en Europa.

- Plan estratégico: Aceros del Perú cuenta con un plan estratégico donde se han establecido claramente los objetivos a alcanzar, así como las estrategias que se usarán para conseguir los resultados esperados.
- Potencial fuerza de ventas: El sistema comercial de la empresa cuenta con asesores técnicos comerciales y ejecutivos de apoyo con permanente capacitación para superar las expectativas de los clientes y ofrecer un servicio de calidad.
- Tecnología moderna: La tecnología de lecho fluidizado que opera en las plantas de tratamiento térmico/termoquímico de la empresa ofrece mayores ventajas para el procesamiento de aceros especiales, siendo esta una de la más modernas en el mundo.
- Prestigiosa cartera de clientes: La experiencia en el mercado de Aceros del Perú le han permitido establecer relaciones comerciales con importantes empresas de diferentes sectores industriales y mineros permitiéndole su crecimiento.
- Buen clima laboral: La empresa ofrece a sus colaboradores un clima laboral agradable, lo que le permite contar con un equipo más productivo y comprometido con la empresa.

3.1.7.2. *Oportunidades de Aceros del Perú S.A.C.*

- Crecimiento de la demanda del acero: Debido al cierre de empresas chinas para disminuir los niveles de contaminación en este país, se ha generado oportunidades de penetrar en nuevos mercados abandonados por la sobreproducción del país asiático aumentando la demanda del acero en este último año.
- Sector minero en crecimiento: La industria del acero tiene una considerable demanda de productos de acero en las operaciones mineras la cual está yendo en crecimiento.
- Disponibilidad de tecnología: Se han desarrollado importantes innovaciones en la industria del acero principalmente en los procesos de tratamientos térmicos los cuales optimizan los procesos y recursos, que también están disponibles en nuestro país.
- Disponibilidad de fuentes energéticas: para el funcionamiento de las plantas de tratamiento del acero en general se cuentan con fuentes energéticas económicas como uso de gas natural disponibles en el país.
- Internacionalización del comercio: La demanda del acero a nivel mundial ha ido en crecimiento por lo que existe la posibilidad de establecer relaciones comerciales con otros países permitiendo un desarrollo y crecimiento del sector en nuestro país.

3.1.7.3. *Debilidades de Aceros del Perú S.A.C.*

- Altos costos de producción: En su sede Arequipa, la empresa opera los hornos donde se realiza el tratamiento térmico con energía eléctrica habiendo energías menos costosas como el gas natural. Además, si los productos son enviados a la sede principal ubicada en Lima para ser procesados se generan costos de transporte adicionales aumentando así el precio.
- Insatisfacción de los clientes: La empresa al tener baja capacidad de respuesta ante la exigencia de los clientes en sus operaciones de la planta de tratamiento térmico de Arequipa, genera insatisfacción que podría influir en la disminución de las ventas.
- Falta de seguimiento y control de procesos: La empresa ofrece el servicio de tratamiento térmico/termoquímico siendo este su principal proceso dentro de la planta la cual no cuenta con un seguimiento y control de los procesos, por la inexistencia de indicadores de rendimiento de los recursos y tiempo utilizados.
- Demora en los plazos de entrega: En caso que, los pedidos de los clientes necesiten ser enviados a la planta de tratamiento de Lima para ser procesados, los plazos de entrega del pedido demora 2 días adicionales a los días necesarios de producción lo cual retrasa la prestación del servicio.
- Falta de sólidas políticas de retención de clientes: Los problemas generados por los altos costos de producción y la demora en los plazos de entrega ocasiona que se pierdan ventas, y la empresa no

cuenta con políticas estratégicas establecidas que permitan su retención.

- Centralización de operaciones: Los pedidos que no pueden ser procesados en la planta de Arequipa son enviados a la sede central de Lima, teniendo una dependencia constante de ésta sede. Además, la administración de la empresa tiene gran influencia en la administración de la planta de tratamiento en Arequipa.

3.1.7.4. Amenazas de Aceros del Perú S.A.C.

- Crisis política: El aspecto político en el Perú en los últimos meses ha sufrido una crisis la cual ha tenido un grado de influencia en el ámbito económico del mismo, pudiendo incluso poner en riesgo las inversiones privadas y futuro proyectos mineros, industriales, etc. en nuestro país.
- Importación de productos chinos: Siendo China el país que cubre más del 50% de la producción mundial del acero, la oferta de los productos provenientes del país asiático está a un precio muy bajo originando incluso en algunos países el dumping comercial.
- Poder de los competidores: En el Perú existen empresas importantes en la industria del acero que forman parte de la competencia para la empresa Aceros del Perú; empresas como Corporación Aceros Arequipa, Empresa Siderúrgica del Perú – SIDERPERÚ, quienes cuentan con el respaldo de empresas mundiales podrían posicionarse mejor el mercado teniendo altos porcentajes de participación en éste.

- Problemas sociales en el sector minero: Todavía en el Perú se generan conflictos sociales con las empresas mineras los cuales podrían retrasar o evitar la ejecución de importantes proyectos mineros en el país y por ende afectar al sector siderometalúrgico ya que las empresas mineras son parte importante de la cartera de clientes del sector.
- Entorno económico inestable: Debido a la fuerte crisis política vivida en los últimos meses en el país se ha generado una inestabilidad económica afectando inversiones futuras además de a sectores productivos como el siderúrgico.
- Sector construcción paralizado: Debido a los últimos acontecimientos de corrupción por el caso Lavajato donde intervienen principales empresas del sector construcción ha habido un estancamiento del mismo, disminuyendo la demanda de acero y otros derivados.

3.2. SITUACIÓN ACTUAL

3.2.1. Análisis detallado del proceso

El proceso de tratamiento térmico/termoquímico que opera en la planta de Arequipa se opera de acuerdo al tipo de acero y las características especiales que se le desea conferir. Para ello se describe la secuencia de acciones básicas realizadas en el trabajo.

Cada lote de piezas que será sometido al tratamiento térmico recibe un número de orden (codificación) que se ingresa al sistema informático, luego las piezas

son fotografiadas, pesadas y examinadas para determinar alguna incompatibilidad entre el tipo de acero y el tratamiento solicitado. Después se realiza una inspección visual para identificar el tipo de acero.

Cabe resaltar que, sólo las piezas sin ninguna observación por levantar podrán ingresar al proceso de tratamiento térmico. Antes de ello, se registra las dimensiones y medidas iniciales del material para determinar la variación de estas después del tratamiento térmico en la Ficha de Recepción de Materiales [FREM].

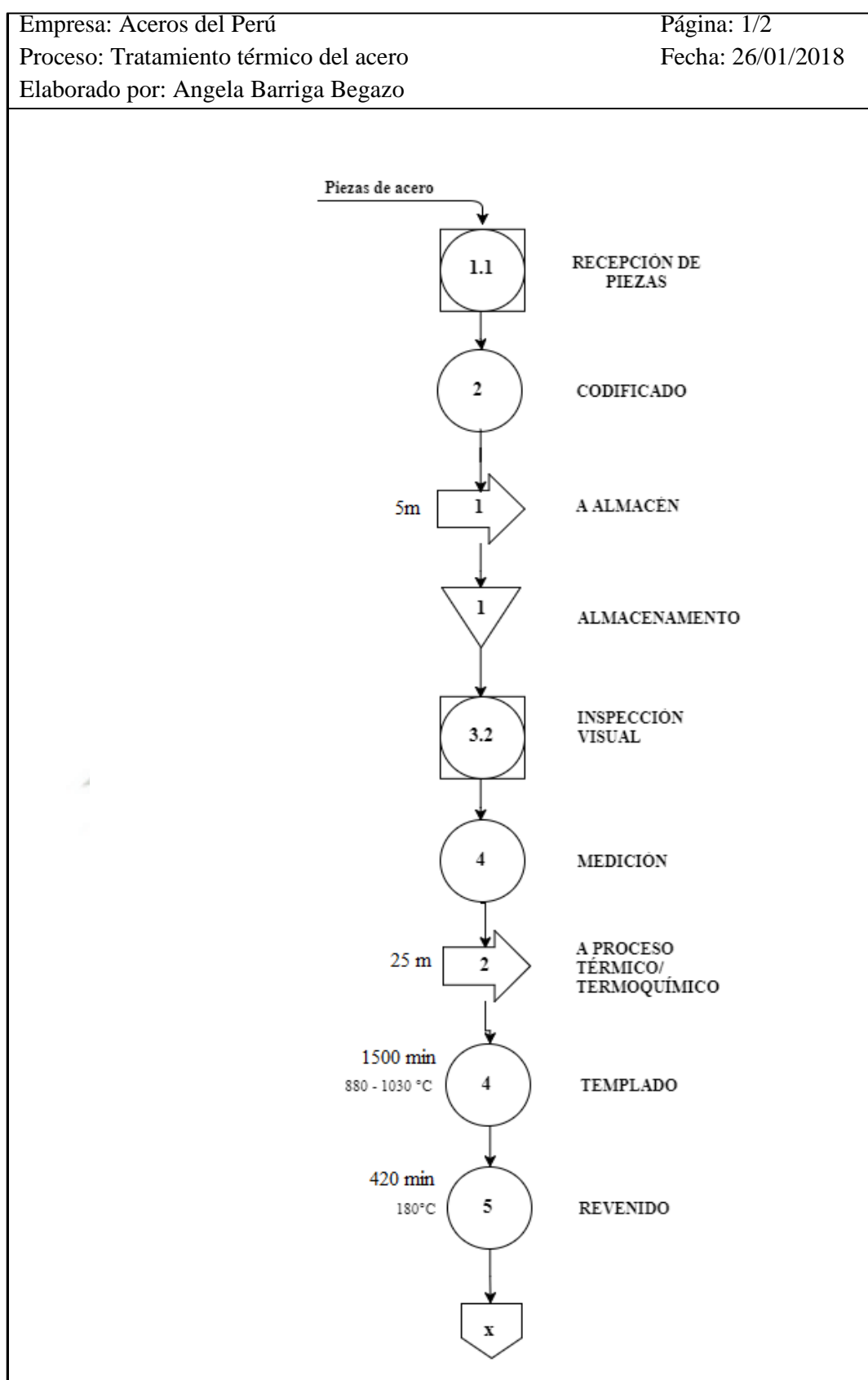
Seguidamente el personal de planta prepara y acondiciona las piezas que ingresaran al horno eléctrico haciendo uso de considerable energía eléctrica para su funcionamiento ocasionando costos muy altos en este proceso. Aceros del Perú realiza varias operaciones dentro del proceso de tratamiento térmico como templado, revenido, recocido, cementación, nitruración; todos estos llevados a cabo en los tres hornos eléctricos que posee.

Culminando el tratamiento, las piezas son lavadas, pavonadas o arenadas según sea la característica especial que se le quiere conferir al acero, para luego examinarlas minuciosamente y ser trasladadas al departamento de control de calidad donde se verifica las propiedades finales. Cada pieza aprobada, está acompañada de un reporte de control calidad donde aparece claramente los registros de medición de dureza y otros registros.

Con el fin de representar dichos procedimientos se desarrolla el diagrama de análisis de procesos y diagrama de análisis de procesos detallado.



Figura 16. Diagrama de análisis de proceso



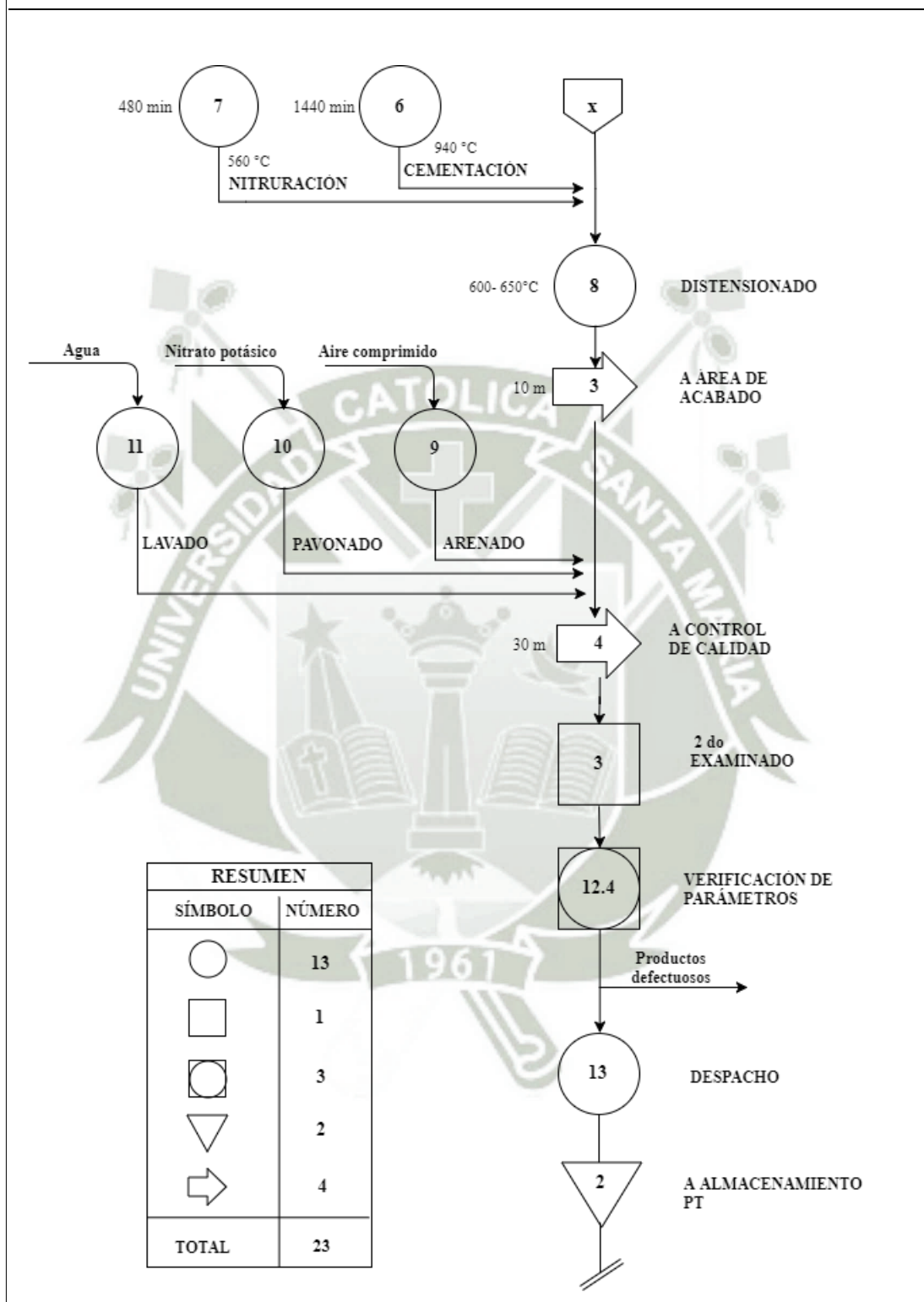
Empresa: Aceros del Perú

Página: 2/2

Proceso: Tratamiento térmico del acero

Fecha: 26/01/2018

Elaborado por: Angela Barriga Begazo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de análisis de proceso detallado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: Aceros del Perú					PÁGINA: 1/2				
DEPARTAMENTO: Producción					FECHA: 12/02/2018				
PRODUCTO: Acero					MÉTODO DE TRABAJO: Actual				
ELABORADO POR: Angela Barriga Begazo									
ACTIVIDAD	D	T	SÍMBOLOS						OBSERVACIONES
	m	min	○	□	◻	⇒	◇	▽	
◻ RECEPCIÓN DE PIEZAS		60			x				Lotes de piezas
- Recepcionar					x				
- Apilar			x						
○ CODIFICADO		30	x						Desde su recepción hasta su entrega mantiene la misma codificación
- Asignar un número de orden			x						
- Ingresar al sistema (SAP)					x				
⇒ A ALMACÉN	5	15				x			
- Colocar las piezas en carro de transporte			x						
- Trasladar a almacén						x			
▽ ALMACENAMIENTO		120						x	
- Fotografiado			x						
- Pesado			x						
- 1er examinado					x				Para detectar incompatibilidades con el tratamiento solicitado
◻ INSPECCIÓN VISUAL		30			x				Para identificar el tipo de acero
- Coger herramienta visual			x						
- Realizar inspección					x				
○ MEDICION		45	x						Se genera la Ficha de Recepción de Materiales (FREM).
- Coger herramienta de medición (vernier)			x						
- Medir la pieza					x				
⇒ A PROCESO TÉRMICO/TERMOQUÍMICO	25	15				x			
- Trasladar las piezas						x			
○ TEMPLADO		1,500	x						Para aumentar la dureza y resistencia
- Calentar (austenización)			x						
- Enfriar			x						
○ REVENIDO		420	x						Para disminuir la fragilidad del acero
- Calentar (austenización)			x						
- Enfriar			x						
○ RECOCIDO		1,500	x						Para ablandar el acero
- Calentar (austenización)			x						
- Enfriar en el horno							x		

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DETALLADO									
EMPRESA: Aceros del Perú					PÁGINA: 1/2				
DEPARTAMENTO: Producción					FECHA: 12/02/2018				
PRODUCTO: Acero					MÉTODO DE TRABAJO: Actual				
ELABORADO POR: Angela Barriga Begazo									
ACTIVIDAD	D	T	SÍMBOLOS						OBSERVACIONES
	m	min	○	□	◻	➡	◐	▽	
○ CEMENTACIÓN		1,440	x						Para aceros con bajo contenido de carbono (<0.2 %)
- Calentar (carburización)			x						
- Enfriar			x						
○ NITRURACIÓN		480	x						Para aceros bonificados
- Calentamiento (nitruración)			x						
- Enfriamiento en el horno							x		
○ DISTENSIONADO		420	x						
- Calentar			x						
- Enfriar			x						
➡ A ÁREA DE ACABADO	10	15					x		
- Trasladar las piezas							x		
○ LAVADO		180	x						Se utiliza el disolventes orgánicos
- Limpieza de las piezas			x						
- Preparar solución						x			
- Lavar las piezas			x						
○ PAVONADO		200	x						
- Limpieza de las piezas			x						
- Agregar solución						x			
- Calentar			x						
○ ARENADO		150	x						
- Limpieza de las piezas			x						
- Preparar el abrasivo						x			
- Arenar el acero			x						
➡ A CONTROL DE CALIDAD	30	15					x		
- Trasladar las piezas							x		
□ 2 do EXAMINADO		30		x					
- Inspeccionar la pieza				x					
◻ VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS		60					x		
- Identificar propiedades iniciales en el sistema			x						
- Verificar las propiedades				x					
- Ingresar los datos al sistema			x						
○ DESPACHO		30	x						
- Llenar el reporte de control de calidad			x						Registro de dureza del acero

Fuente: Elaboración propia.

Siendo el proceso de tratamiento térmico/termoquímico el más importante dentro de la planta de tratamiento se describen los principales equipos (hornos) que interviene en el procesamiento.

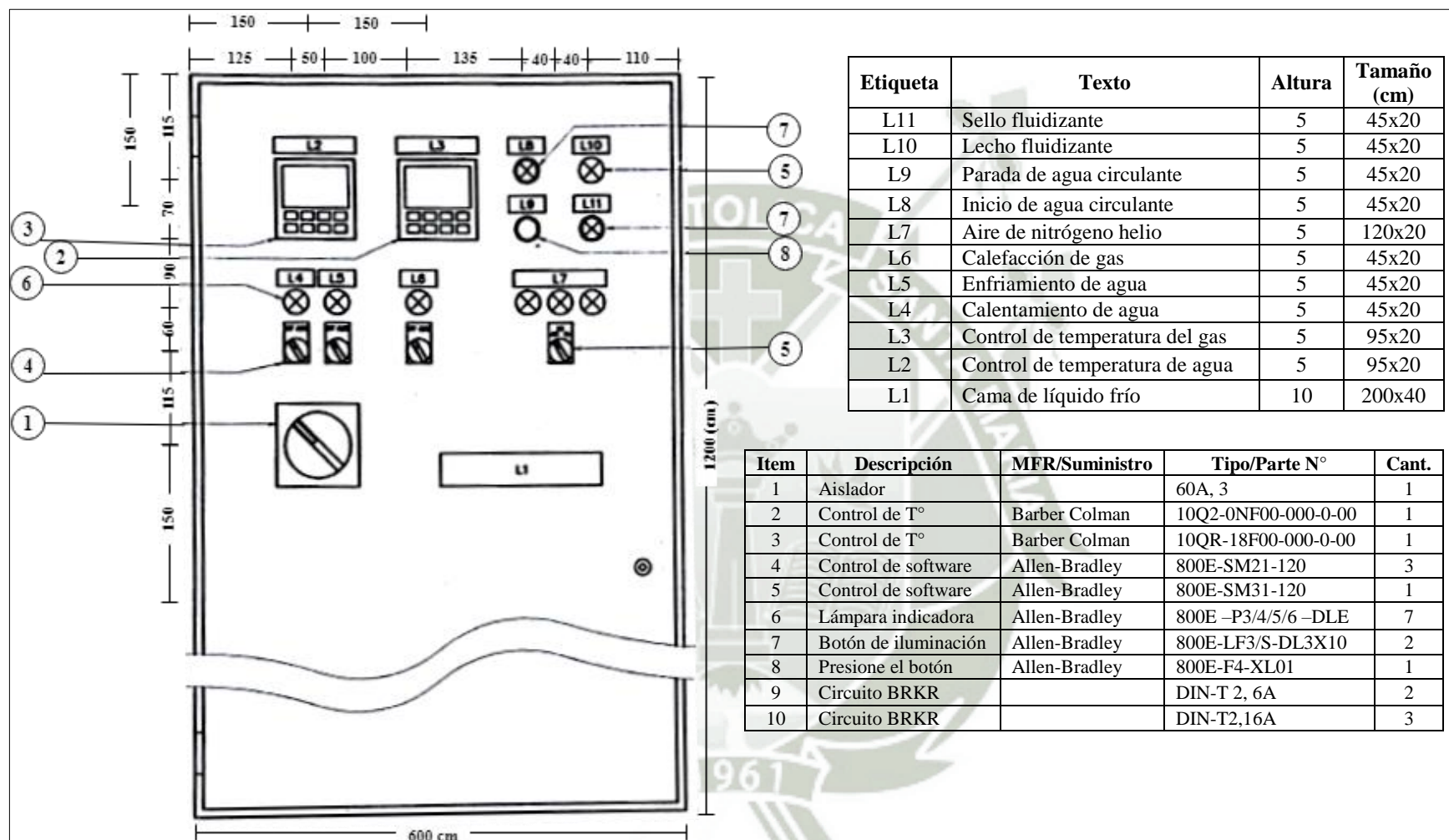
En la planta de Arequipa se cuenta con tres hornos:

Tabla 5. Características de los hornos de la planta de tratamiento sede Arequipa

Aspectos	Horno 1	Horno 2	Horno 3
Marca	Fluidtherm	Fluidtherm	Fluidtherm
Modelo	N.700.70/130	HD.1120.70/130	7.70/130
Medio de calentamiento	Lecho Fluidizado	Lecho Fluidizado	Circulación de aire caliente.
Funcionalidades	Nitruración, nitrocarburation, alivio de tensiones, revenido brillante.	Temple neutro, cementación, carbonitruración, recocido brillante.	Revenido, revenido brillante, alivio de tensiones y precalentamiento.
Carga térmica	122 kW.	122 kW.	90 kW.
Dimensiones	Diámetro 700 mm. x Profundidad 1300 mm.	Diámetro 700 mm. x Profundidad 1300 mm.	Diámetro 700 mm. x Profundidad 1300 mm.
Capacidad de carga	En promedio 600 Kg +/- 20 %. Depende de la geometría del componente.	En promedio 600 Kg +/- 20 %. Depende de la geometría del componente.	En promedio 600 Kg +/- 10 %. Depende de la geometría del componente.
Rango de temperatura en operación	Hasta 650°C	Hasta 1150°C	Hasta 700°C
Calentamiento del horno sin carga	En promedio 4 a 4.5 Hrs. Desde temperatura ambiente.	En promedio 4 a 4.5 Hrs. Desde temperatura ambiente.	En promedio 4 a 4.5 Hrs. Desde temperatura ambiente.
Calentamiento del horno con carga	Depende de la geometría del componente. En promedio 30-60 min.	Depende de la geometría del componente. En promedio 30-60 min.	Depende de la geometría del componente. En promedio 30-60 min.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Dispositivo de panel de control de lecho fluidizado en frío



Fuente: Aceros del Perú, 2017.

3.2.2. Requerimiento energético de planta

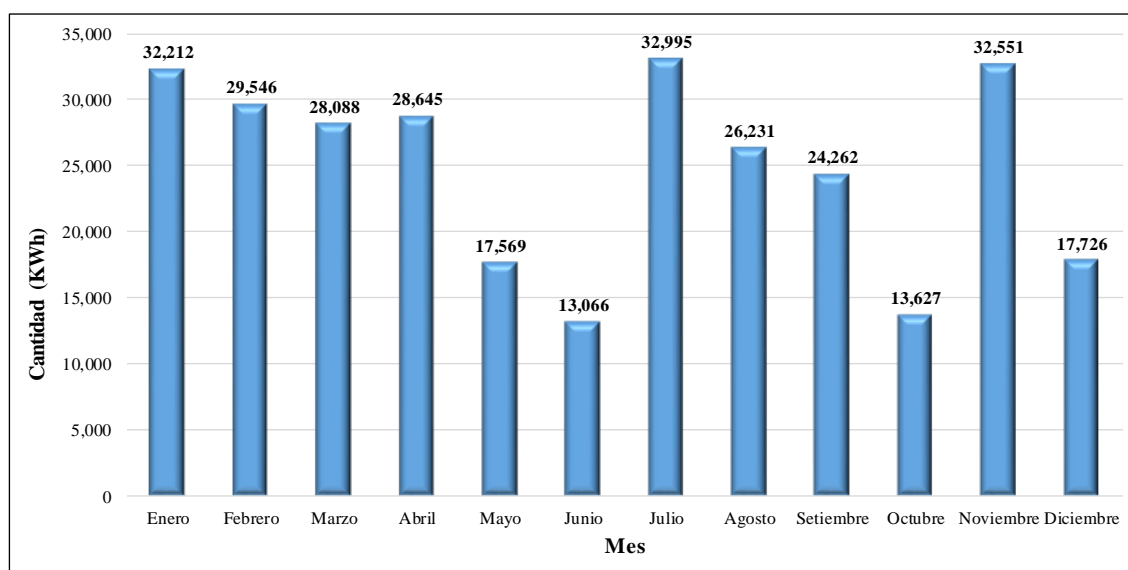
Es necesario recolectar información acerca de los consumos de energía de la planta de tratamiento de lecho fluidizado en la ciudad de Arequipa, así como los costos asociados a dicha fuente energética según las tarifas establecidas. La planta de tratamiento utiliza para su operación energía eléctrica, para recopilar la información necesaria se revisó los recibos de luz emitidos por el ente correspondiente (SEAL - Arequipa). El consumo de energía eléctrica se mide en KWh, además el costo unitario es de 0.43 S/. / KWh.

Tabla 6. Consumo energético 2017- Planta Arequipa

Mes	Cantidad (KWh)
Enero	32,212
Febrero	29,546
Marzo	28,088
Abril	28,645
Mayo	17,569
Junio	13,066
Julio	32,995
Agosto	26,231
Setiembre	24,262
Octubre	13,627
Noviembre	32,551
Diciembre	17,726
Total	296,518

Fuente: Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., 2017.

Figura 19. Consumo de energía eléctrica mensual Planta Arequipa - 2017



Fuente: Adaptación de Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., 2017.

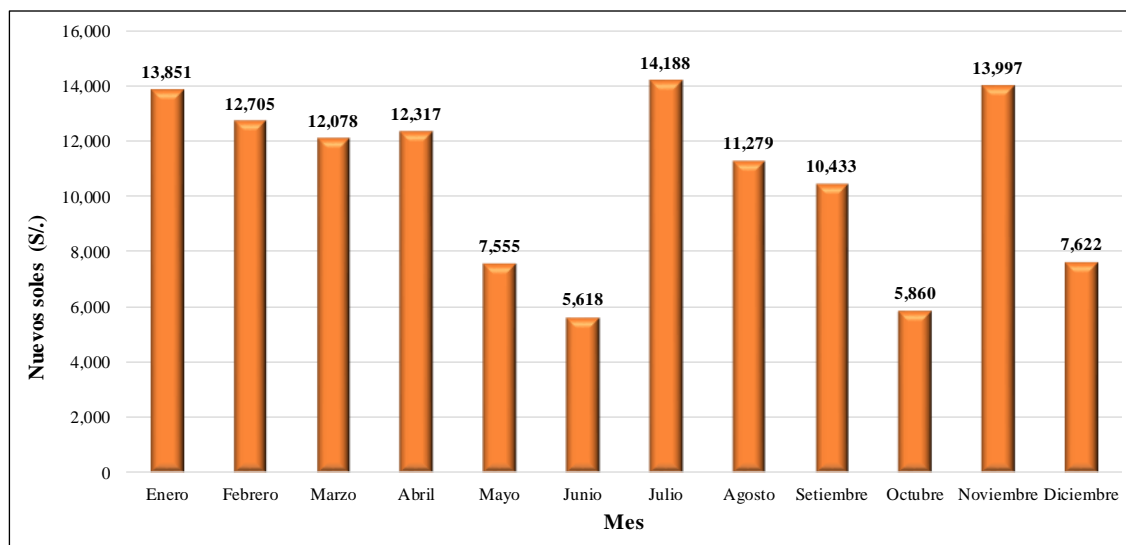
Según la Figura 19, el consumo de energía eléctrica en la planta de tratamiento ubicada en la ciudad de Arequipa es alto, siendo el mes de julio el que presenta mayor consumo con un total de 32, 995 KWh; y junio el mes con menor consumo de energía eléctrica con un valor de 13,066 KWh.

Tabla 7. Costo anual energético

Mes	Cantidad (KWh)	Costo unitario (S/.)	Costo energético (S/.)
Enero	32,212	0.43	13,851
Febrero	29,546	0.43	12,705
Marzo	28,088	0.43	12,078
Abril	28,645	0.43	12,317
Mayo	17,569	0.43	7,555
Junio	13,066	0.43	5,618
Julio	32,995	0.43	14,188
Agosto	26,231	0.43	11,279
Setiembre	24,262	0.43	10,433
Octubre	13,627	0.43	5,860
Noviembre	32,551	0.43	13,997
Diciembre	17,726	0.43	7,622
Total	296,518	0.43	127,503

Fuente: Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., 2017.

Figura 20. Costo de energía eléctrica mensual Planta Arequipa - 2017



Fuente: Adaptación de Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., 2017.

Como se muestra en la Figura 20, el costo de energía eléctrica más elevado la presenta el mes de julio con un total de S/.14, 188.00 seguido del mes de noviembre con un total de S/. 13, 997. Por otro lado, el mes de junio presenta el menor costo con un valor de S/5, 618.00. Anualmente la empresa genera un costo de energía eléctrica de S/. 127,053.00.

3.2.3. Uso energético de la planta

Para determinar el uso energético de la planta de tratamiento en la ciudad de Arequipa se tendrá en cuenta, las diversas máquinas que se utilizan para los tratamientos que la empresa ofrece como servicio a sus clientes. Además, se tomará en cuenta la potencia y cantidad de cada equipo.

Tabla 8. Uso energético de planta de Arequipa

Equipo	Potencia (KW)	Cantidad (unidad)	Proceso
Horno N.700.70/130	122	1	Nitruración
Horno HD.1120.70/130	122	1	Cementación, temple
Horno 7.70/130	90	1	Revenido
Tanque de enfriamiento	33	1	Cementación, temple, revenido.
Planta generadora de Nitrógeno	95	1	Generación de nitrógeno
Compresor KAESER	11	1	Compresión
Compresor de aire INGERSOLL	40	1	Compresión
Compresor TWIN LOBE	45	1	Compresión
Hidrolavadora KARCHER	7.5	1	Lavado
Arenadora	40	1	Arenado
Puente Grúa DEMAG	20	1	Movimiento de materiales
Computadoras	0.3	10	Administración
Teléfono	0.03	7	Administración
Impresoras	0.15	5	Administración

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 8, los hornos son los equipos que cuentan con mayores niveles de potencia en comparación con los otros equipos, así como la planta generadora de nitrógeno; por otro lado, los equipos de administración son los que poseen menores niveles de potencia.

3.2.4. Usos y consumos significativos de energía

La Tabla 9 muestra la potencia consumida por los diferentes procesos que se realizan en la planta de tratamiento, así como el tiempo de ciclo de cada uno de ellos (Hrs).

Tabla 9. Consumo de energía por proceso

Proceso	Potencia (KW)	Tiempo de ciclo (Hr)
Nitruración	122	8
Cementación	122	24
Temple 1000-1030°C	122	25
Temple 900-1000°C	122	22
Temple 800 – 900°C	122	20
Generación de nitrógeno	95	6
Compresión	96	10
Revenido	90	11
Lavado	7.5	1
Arenado	40	1
Movimiento de materiales	20	0.5
Administración	3.18	8
Total	961.68	136.5

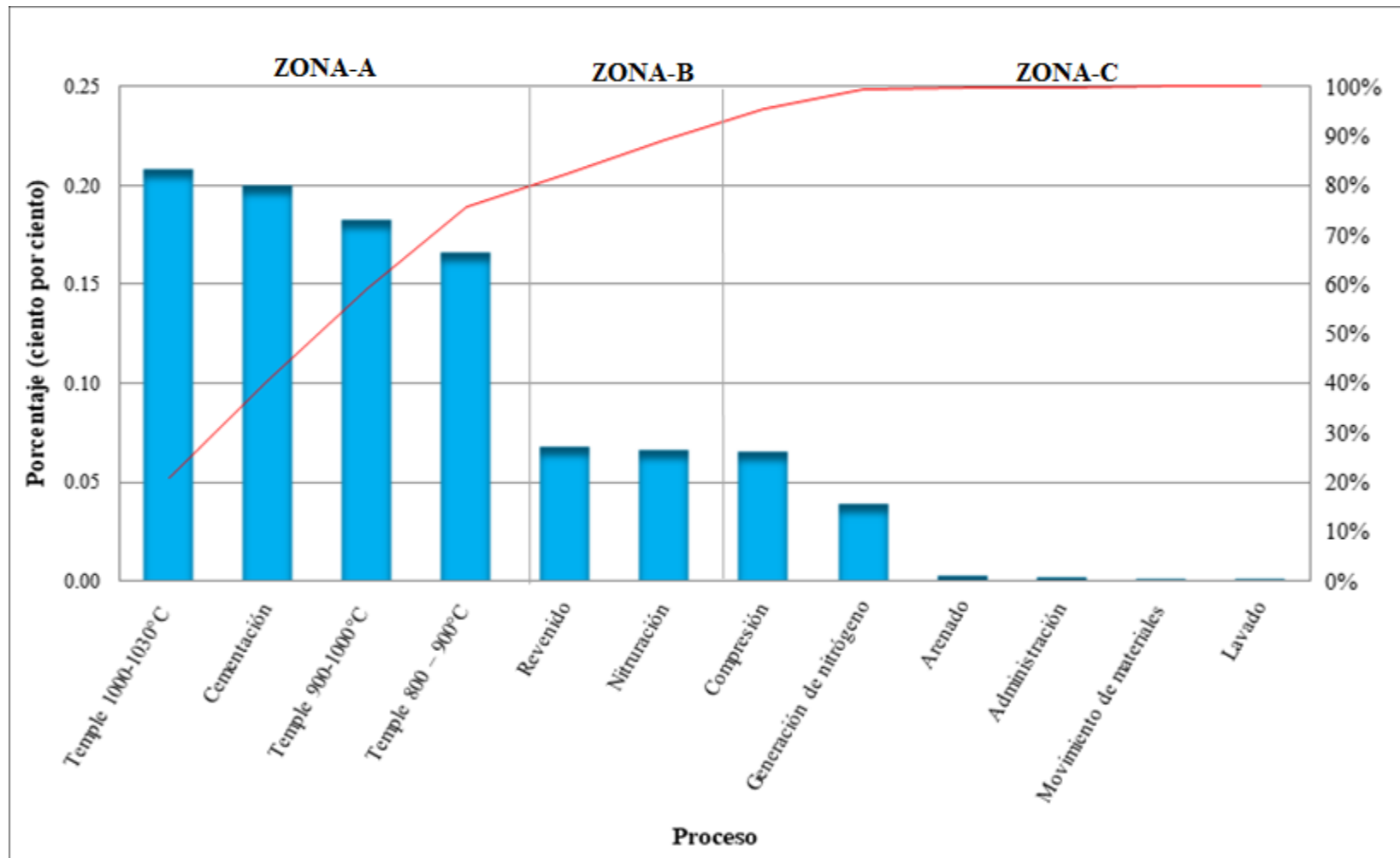
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Pareto de planta de tratamiento Arequipa

Proceso	Potencia (KW)	Tiempo de ciclo (Hr)	Frecuencia	Porcentaje (%)	% acumulado	Zona
Temple 1000-1030°C	122	25	3,050	0.21	20.78%	A
Cementación	122	24	2,928	0.20	40.72%	
Temple 900-1000°C	122	22	2,684	0.18	59.00%	
Temple 800 – 900°C	122	20	2,440	0.17	75.62%	
Revenido	90	11	990	0.07	82.37%	B
Nitruración	122	8	976	0.07	89.01%	
Compresión	96	10	960	0.07	95.55%	
Generación de nitrógeno	95	6	570	0.04	99.44%	C
Arenado	40	1	40	0.00	99.71%	
Administración	3.18	8	25	0.00	99.88%	
Movimiento de materiales	20	0.5	10	0.00	99.95%	
Lavado	7.5	1	7.5	0.00	100.00%	
Total	961.68	136.5	14,681	1.00		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Gráfica de Pareto – procesos de la planta de Arequipa



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 21, los procesos críticos que tienen altos consumos de energía y por lo tanto mayor costo en su operación son los procesos ubicados en la zona A; siendo éstos los procesos de temple y cementación, seguidamente de los procesos de revenido y nitruración pertenecientes a la zona B. Entonces, se podría concluir que los equipos utilizados para estos tratamientos son los que generan altos consumo de energía y por ende altos costo de producción.

3.2.5. Costo unitario de producción

La empresa Aceros del Perú, maneja diferentes costos de producción para cada uno de los procesos térmicos/termoquímicos en la planta de tratamiento de lecho fluidizado en su sede Arequipa.

Se debe considerar que los costos de producción fueron estimados teniendo en cuenta que los hornos operan a plena carga; es decir, completamente llenos, a estos costos se le añade un margen de utilidad del 10% aproximadamente para el cálculo del precio y al mismo tiempo teniendo en cuenta el precio de mercado.

Los precios que establece la empresa, están directamente relacionados con la cantidad de carga o peso procesado por lote en los hornos de tratamiento; es decir, si el cliente solo requiere tratar una cantidad menor a la capacidad del horno es el cliente quien asume el costo completo por procesar únicamente su pedido, elevándose así el precio por kilo considerablemente.

La Tabla 11, muestra los costos unitarios de producción para los procesos ubicados en la zona A y zona B del diagrama de Pareto anteriormente

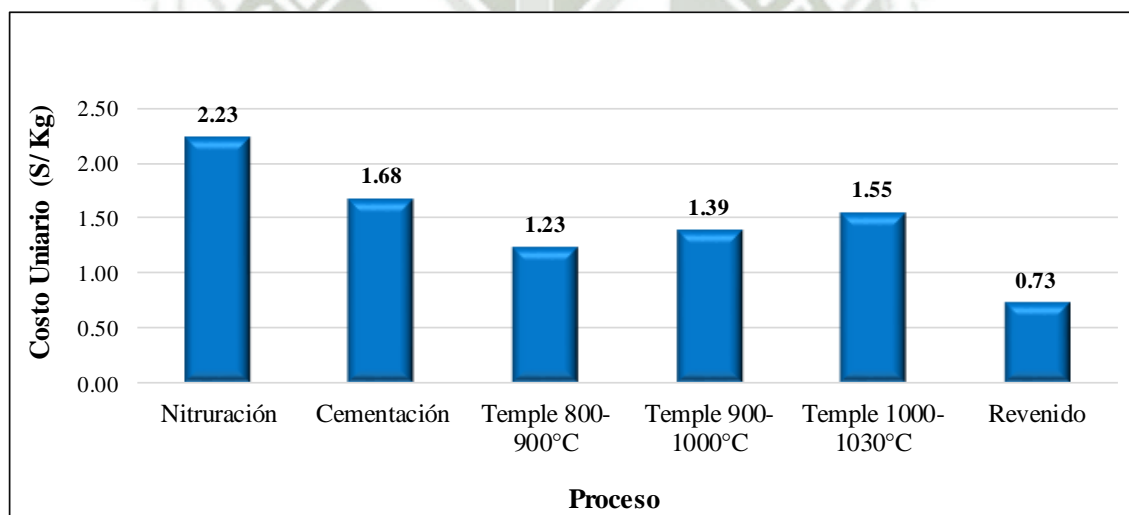
analizado, ya que algunos procesos pueden realizarse en los diferentes hornos que posee la empresa.

Tabla 11. Costo de producción unitario

Proceso	Costo unitario (S/Kg)
Nitruración	2.23
Cementación	1.68
Temple 800-900°C	1.23
Temple 900-1000°C	1.39
Temple 1000-1030°C	1.55
Revenido	0.73

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Costo de producción unitario



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 22, el tratamiento con mayor costo unitario de producción es el proceso de nitruración seguido del proceso de cementación con un valor de 2.23 S/ Kg. y 1.68 S/ Kg. respectivamente; siendo el proceso de revenido el que tiene el menor costo de producción con un valor de 0.73 S/ Kg.

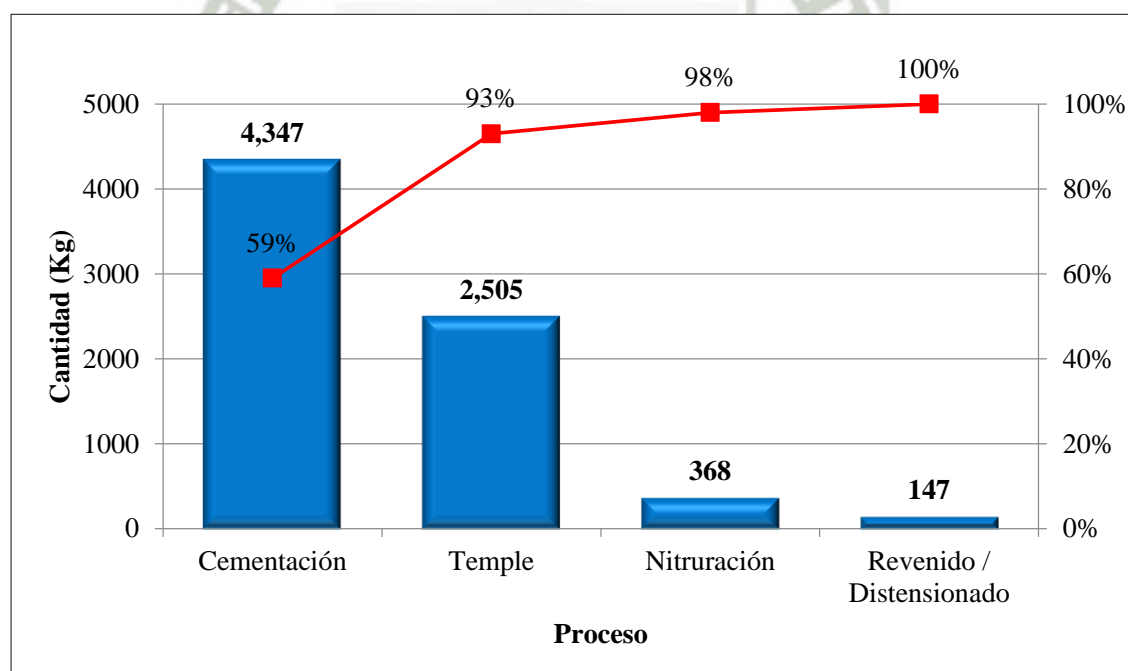
Como se analizó anteriormente, los procesos críticos en la planta de tratamiento de lecho fluidizado en Arequipa tomando en cuenta los costos son: temple, cementación, nitruración y revenido; los cuales también son los más frecuentes y requeridos como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Tipo de tratamiento térmico/termoquímico (Kg) - 2017

Tratamiento	Cantidad (Kg)	Porcentaje	Acumulado
Cementación	4,347	59%	59%
Temple	2,505	34%	93%
Nitruración	368	5%	98%
Revenido / Distensionado	147	2%	100%
Total	7,368	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de pareto según tipo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

Según la Figura 23, el tratamiento de cementación es el más requerido por los clientes con un total de 4, 347 Kg de acero procesados en el año 2017 seguido del tratamiento de temple con un total de 2,505 Kg de acero tratados.



Figura 24. Diagrama causa-efecto



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis situacional realizado para la empresa Aceros del Perú, se puede concluir que la fuente principal de generación de altos costos de producción fue causada por los hornos que utilizan energía eléctrica para su funcionamiento, son los equipos principales para llevar a cabo los diversos procesos de tratamiento térmico/termoquímico.

El uso de esta fuente energética restringe la operación constante de los hornos, por lo que algunos pedidos son enviados a la ciudad de Lima para su tratamiento aumentando así los costos (transporte) y demoras en el plazo de entrega. Todos los aspectos mencionados ocasionan insatisfacción en los clientes teniéndose pérdidas de ventas y disminución en la utilidad generada en la empresa.



CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE MEJORA

4.1. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

De acuerdo, al análisis situacional se han identificado tres alternativas de solución a ser analizado con la finalidad de incrementar los beneficios de la empresa Aceros del Perú en su sede Arequipa.

- Cambio de sistema de calentamiento de hornos actuales: Se considera cambiar la fuente de energía utilizada, de energía eléctrica al uso de gas natural comprimido, realizando adecuaciones en los hornos de tratamiento para su correcto funcionamiento.
- Compra de hornos a GNC: La adquisición de hornos que operan con GNC son una buena alternativa para minimizar los costos de consumo energético y por ende los costos de producción.
- Tercerización de los procesos de temple y cementación: Habiéndose identificado que los procesos de temple y cementación son los que poseen mayor consumo energético, generando altos costos de producción se analiza tercerizar estos dos principales procesos con la finalidad de disminuir los costos totales.

4.2. ELECCIÓN DE SOLUCIÓN

Para elegir la alternativa de solución óptima, se utilizará la matriz de restricciones analizando las alternativas propuestas de acuerdo a los factores y pesos establecidos; para ello, se considerarán las siguientes alternativas:

- **Alternativa N° 1:** Cambio de sistema de calentamiento de hornos actuales
- **Alternativa N° 2:** Compra de hornos a GNC:
- **Alternativa N° 3:** Tercerización de los procesos de temple y cementación.

4.2.1. Matriz de enfrentamiento

Para analizar la matriz de restricciones se tomaron en cuenta 5 factores como costos, eficiencia, tiempo, seguridad y medio ambiente como se detalla a continuación.

4.2.2. Factores de evaluación

A continuación, se definen cada uno de los factores de evaluación que serán utilizados en la matriz de restricciones.

- **Costo:** Este factor se refiere al costo total que implicaría llevar a cabo cada alternativa de solución, costo de recursos, mano de obra, etc.
- **Eficiencia:** Este factor hace referencia que con el menor uso de recursos disponibles se pueda dar solución al problema de elevados costos de producción.

- **Tiempo:** El factor hace referencia al tiempo de demorará la implementación de cada alternativa en la empresa en su etapa de ejecución hasta su total funcionamiento.
- **Seguridad:** La seguridad industrial es un factor importante a tener en cuenta al proponer una mejora, la cual es analizada en base a los riesgos y peligros que se puedan presentar a la llevar acabo cada alternativa propuesta.
- **Medio ambiente:** El aspecto ambiental varía de acuerdo a las propuestas de mejoras a implementar, la alternativa que genere menor impacto ambiental negativo es la más favorable para llevarse a cabo.

Al contar con los factores claramente definidos se procede a calcular el peso de cada uno de ellos según la importancia que tiene éste en el análisis como los muestra la Tabla 13.

Tabla 13. Matriz de enfrentamiento

	Costo	Eficiencia	Tiempo	Personal	Seguridad	M. ambiente	Total	Peso
Costo	-	1	1	1	1	1	5	0.36
Eficiencia		-	1	1	1	1	4	0.29
Tiempo	0	0	-	1	1	1	3	0.21
Seguridad	0	0	0	0	-	1	1	0.07
M. ambiente	0	0	0	0	1	-	1	0.07
Total							14	1

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Matriz de restricciones

Una vez calculado el peso de cada uno de los factores a tomar en cuenta la matriz de enfrentamiento, la calificación de las restricciones de cada alternativa en base a estos factores se detalla a continuación.

- **Alternativa N° 1 - Cambio de sistema de calentamiento de hornos**

actuales: El cambio del sistema de calentamiento genera un costo de adecuación de los hornos que operan con energía eléctrica para el uso de gas natural comprimido; para su implementación en la planta requiere de un tiempo considerable para operar con total normalidad aproximadamente 20 semanas. La eficiencia de llevar a cabo la propuesta de mejora es buena al contar con los hornos y realizar el cambio en el sistema de calentamiento se seguirían haciendo uso de los recursos que tiene la empresa; en cuanto a la seguridad existe un riesgo promedio al realizar las modificaciones y finalmente el impacto ambiental es bajo ya que se utilizara los equipos existentes en la empresa disminuyendo el agotamiento de recursos.

- **Alternativa N° 2 - Compra de hornos a GNC:** El costo de la adquisición de nuevos equipos (hornos) es considerable ya que se adquirirían equipos nuevos; la eficiencia de esta propuesta es regular ya que se reemplazarían hornos ya existentes en buen estado por horno con otro sistema de calentamiento incluido. El aspecto de seguridad es bueno porque se contará con la total garantía de la empresa proveedora

y finalmente el aspecto ambiental se adquirirán nuevos equipos de los ya existentes.

- **Alternativa N° 3 - Tercerización de los procesos de temple y cementación:** El costo de esta propuesta es bajo ya que se debe de conseguir a un proveedor de calidad para a operación de estos dos tratamientos térmicos/termoquímicos; la eficiencia es mala ya que se tendrán equipos con tiempo muertos considerables ya que no serán usados al tercerizar los pedidos; el tiempo que se requerirá es corto ya que en el mercado existentes diversas empresas que podrían realizar estos procesos. La seguridad de llevar a cabo esta propuesta es baja al no ser la propia empresa quien lleve a cabo las actividades desligándose de peligro y riesgos referentes a estas actividades. El impacto ambiental negativo podría ser considerable al no poder establecer el uso de energía a utilizar para llevar a cabo los procesos de tratamiento.

Tabla 14. Matriz de restricciones

Restricción	Peso	Calificación			Ponderación		
		Alt. N°	Alt. N°	Alt. N°	Alt. N°	Alt. N°	Alt. N°
		1	2	3	1	2	3
Costo	0.36	7	9	5	2.52	3.24	1.8
Eficiencia	0.29	3	6	10	0.87	1.74	2.9
Tiempo	0.21	7	5	3	1.47	1.05	0.63
Seguridad	0.07	5	3	1	0.35	0.21	0.07
M. ambiente	0.07	4	6	8	0.28	0.42	0.56
Total					5.49	6.66	5.96

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 14, la alternativa N° 1 obtuvo el menor puntaje de ponderación con un valor de 5.49; es decir, que la solución óptima es realizar el cambio de sistema de calentamiento de hornos actuales al no presentar considerables restricciones para su ejecución.

4.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

4.3.1. Componentes necesarios

Para la alternativa de solución del cambio de sistema de calentamiento de los hornos de tratamiento térmico, es necesario instalar una serie de componentes que son identificados en la Tabla 15.

Tabla 15. Componentes para cambio en el sistema de calentamiento de hornos

Componentes	Unidad	Cantidad
Quemador de gas natural	unidad	3
Regulador	unidad	3
Ventilador	unidad	2
Manómetro	unidad	3
Válvula a solenoide	unidad	3
Programador	unidad	3
Transformador de encendido	unidad	3
Presostato p/gas	unidad	3
Presostato p/aire	unidad	3
Capuchones siliconados	unidad	6
Cable siliconado	metro	30
Filtro p/gas	unidad	3
Pulsador p/manómetro	unidad	3
Pirómetro	unidad	3
Termocupla	unidad	3
Tablero eléctrico p/quemador	unidad	3
Cable compensado	metro	15
Manguera flexible p/gas	metro	3
Manguera flexible p/aire	metro	3

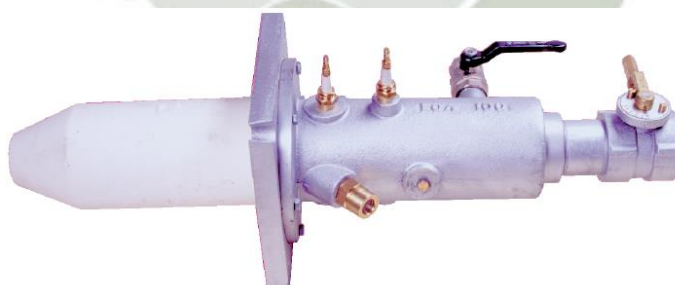
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla algunas características de cada uno de las piezas a utilizar para realizar la modificación n el sistema de calentamiento de los hornos:

4.3.1.1. Quemador

- **Quemador EQA:** Modelo 100/40, marca “EQA” 01; quemador con capacidad de 150,000kcal/h, con cono de carburo de silicio. La alta velocidad de los gases de combustión garantiza uniformidad de temperatura en el horno extremadamente alta, éste quemador será instalado en el horno 1 (N.700.70/130) y horno 2 (HD.1120.707130). El uso de un quemador mejora los niveles de producción, el consumo de combustible, así como su propio control de calidad. La óptima estabilidad de la llama establece un sistema de combustión amplio y seguro para distintas regulaciones.

Figura 25. Quemador modelo EQA



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

- **Quemador Wayne:** Quemador para gas glp/ natural, marca Wayne, modelo. P250AF con capacidad de 50,000 – 250,000

BTU, incluye completo control para funcionamiento automático; el cuál será instalado en el horno 3 (7.70/130).

Figura 26. Quemador Wayne



Fuente: Asler & Cia, 2017.

4.3.1.2. Regulador

El regulador de presión tipo 722, marca “EQA” de baja presión, conexión 3/4”, t/gris. De gran solidez, diafragma de acrílico nitrilo y mecanismos interiores con protección anticorrosiva, incorpora una válvula de seguridad. Su excelente diseño soporta grandes saltos de presión sin producir congelamientos excesivos, este regulador se usa para una simple etapa de regulación o para regulaciones de primera y última etapa en instalaciones pequeñas industriales.

Figura 27. Regulador tipo 722



Fuente: Alanper CICEX , 2017.

4.3.1.3. Ventilador

Ventilador de motor trifásico de 2.4 Hp, totalmente cerrado con ventilación exterior (TCCVE), el cuál será necesario en la instalación del horno 1 (N.700.70/130) y horno 2 (HD.1120.707130).

Figura 28. Ventilador trifásico



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.4. Manómetro

- Manómetro 0-250 mbar: Manómetro de válvula de 1/4" p/gas con sistema de medición aneroide, caja de acero inoxidable y visor de

acrílica clase 1.6, viene con tornillito interno de puesta a cero hermetizado, rosca salida inferior de 1/4 pulgada; utilizado en la instalación del horno 1 (N.700.70/130) y horno 2 (HD.1120.707130). Se instala con la finalidad de medir presiones mayores a la presión atmosférica y llevar el control de las mismas.

Figura 29. Manómetro de 0-250 mbar



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

- Manómetro 2.1/2": Manómetro con conexión de 1/4" NPT, 0-32 in H₂O con conexión posterior al centro con brida para tablero con clase de exactitud: 2,0%. Necesario para el funcionamiento del sistema en el horno 3 (7.70/130).

Figura 30. Manómetro de 2.1/2"



Fuente: Asler & Cia, 2017.

4.3.1.5. Transformador

- Transformador de encendido E820P con voltaje primario: 220V, corriente: 1 A, potencia: 220VA, voltaje secundario: 1 x 8 KV, amplitud secundaria: 11 KV para el funcionamiento en el horno 1 (N.700.70/130) y horno 2 (HD.1120.707130). Se utiliza para realizar la ignición por chispa al contar con un aislamiento más seguro y duradero.
- Transformador de 220V-110V, 500 VA, resistente agua, con voltaje de entrada AC220V para el horno 3 (7.70/130).

Figura 31. Transformador de encendido



Fuente: Asler & Cia, 2017.

4.3.1.6. Válvula

Válvula a solenoide 1330LA06T, 3/4", 220v/60hz. Diseño de apertura lenta, de operación sencilla con alta seguridad de cierre en menos de una décima de segundo. Se usa en equipos de combustión de gas o aire de baja presión; permitiendo una entrega de caudal e forma lenta y regulada.

Figura 32. Válvula a solenoide



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.7. Programador

Marca “Honeywell” DKG 972-N c/zócalo, está diseñado para controlar y monitorear quemadores atmosféricos de gas, asegura una temporización extremadamente estable. Además de un encendido automático, proporciona seguridad, capacidad funcional y características más allá de controles convencionales.

Figura 33. Programador Honeywell



Fuente: Alanper, 2017.

4.3.1.8. Presostato

- Presostato para gas, marca Helmont de 10-50mbar, estos presostatos son regulables y generalmente utilizados en quemadores de gas, donde se requiere controlar el rango de presión del gas utilizado.

Figura 34. Presostato para gas:



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

- Presostato para aire, marca Helmont de 10-50mbar, diseñado para verificar la presión de flujo de aire en la salida de los forzadores de aire, ventiladores y/o conductos de circulación.

Figura 35. Presostato para aire:



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.9. *Capuchones*

Capuchones marca Noganet, capuchón protector de silicona RJ45.

Figura 36. Capuchones siliconados



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.10. *Cable siliconado*

Cable para alta temperatura siliconado con funda de fibra de vidrio
200C°, calibre 14, voltaje: 300/500V.

Figura 37. Cable siliconado de alta



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.11. *Filtro*

Marca Helmont” para gas de 3/4”; es un dispositivo que impide el pasaje
de partículas de polvo o suciedad del gas protegiendo los dispositivos de

regulación y seguridad. Compuestos por un cartucho filtrante ampliamente dimensionado y hecho de fibra sintética.

Figura 38. Filtro para gas:



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.12. Pulsador

Pulsador de manómetro HYDAC, para lograr una precisión de indicación permanente en los manómetros, además se usa el pulsador para protegerlos contra posibles golpes de presión del sistema.

Figura 39. Pulsador para manómetro:



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.13. Pirómetro

Pirómetro marca Shimaden de 0° a 400° C digital; monitorea con precisión la temperatura frío o caliente.

Figura 40. Pirómetro



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.14. Termocupla

Las termocuplas tipo J son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Está hecha con un alambre de hierro y otro de aleación de cobre y nickel.

Figura 41. Termocupla tipo J



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.15. Tablero eléctrico

Tableros de control para quemadores de gas natural, este tipo tableros realiza la secuencia de arranque del ventilador de combustión, así como la revisión de permisos de seguridad de gas, monitoreo de flama y control de temperatura de proceso.

Figura 42. Tablero eléctrico para quemador



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.16. Cable compensado

Tipo “J”, uno de los alambres es 100% hierro y el otro una aleación de cobre-níquel; el cable compensado está compuesto por las mismas aleaciones, dado que tanto el hierro, el cobre y el níquel son metales de bajo costo.

Figura 43. Cable compensado



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.1.17. Manguera

- Manguera para gas natural: Modelo NBN 14800 de 3/4", de acero inoxidable, muy flexible, resistente a altas temperaturas (Tipo Rht), adecuado para la norma NBN D51-003.

Figura 44. Manguera flexible para gas



Fuente: Alanper CICEX, 2017.

- Manguera para aire comprimido: Flexible, con tubo interior SBR negro liso, presión de trabajo 20 bar, presión de rotura: 60 bar con posibilidad de ensamblajes.

Figura 45. Manguera flexible para aire



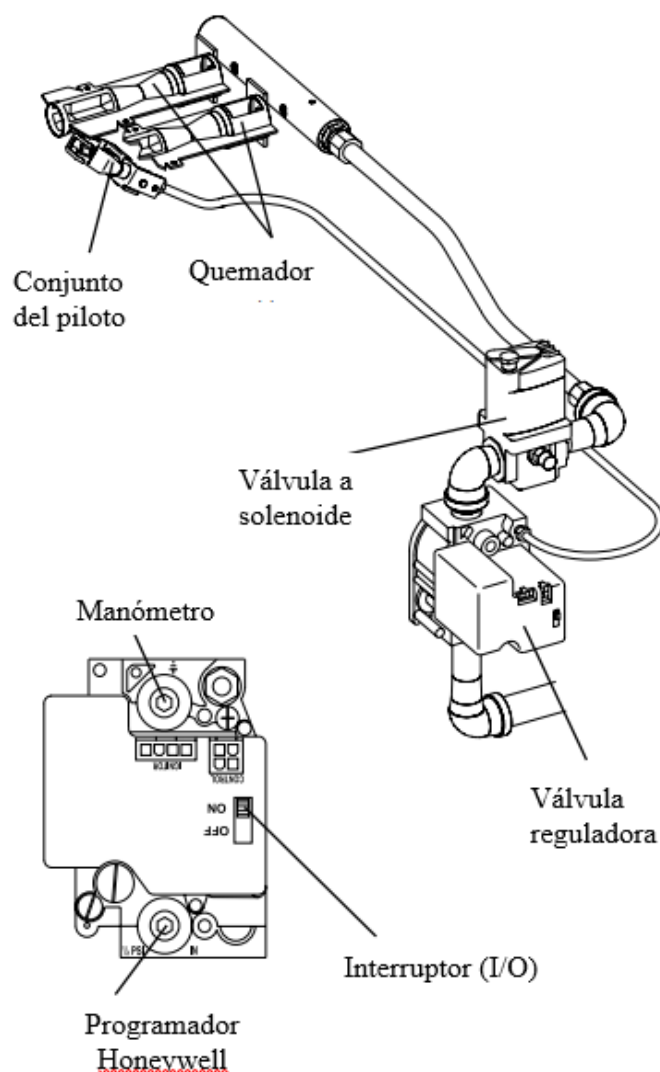
Fuente: Alanper CICEX, 2017.

4.3.2. Instalación del quemador

Los quemadores de gas que se utilizarán para el cambio en el sistema de calentamiento de los hornos, están diseñados para realizar las modificaciones en los hornos de manera simple sin debilitar la durabilidad y eficiencia de los mismos. El quemador está completamente ensamblado teniéndose una unidad como paquete completo; para la instalación del quemador se debe considerar colocar los controles en ubicaciones estratégicas que permita realizar inspecciones, ajustes, limpieza y reparaciones de manera sencilla (Wayne Combustion Systems, 2014).

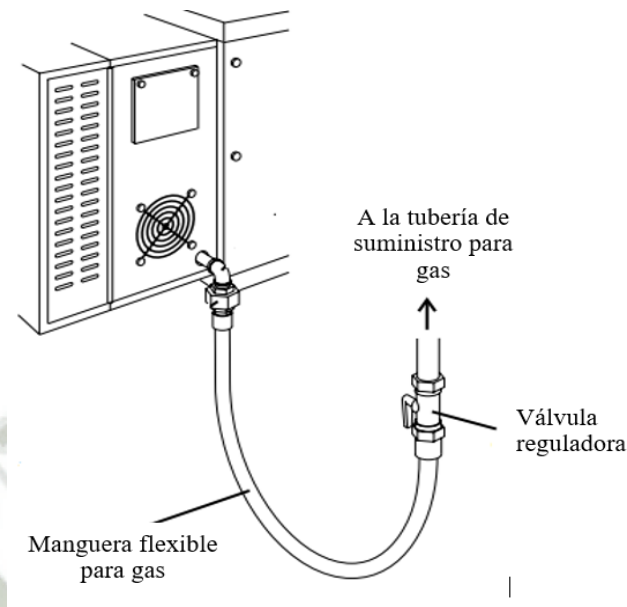


Figura 46. Instalación de quemador a horno



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

Figura 47. Instalación a horno

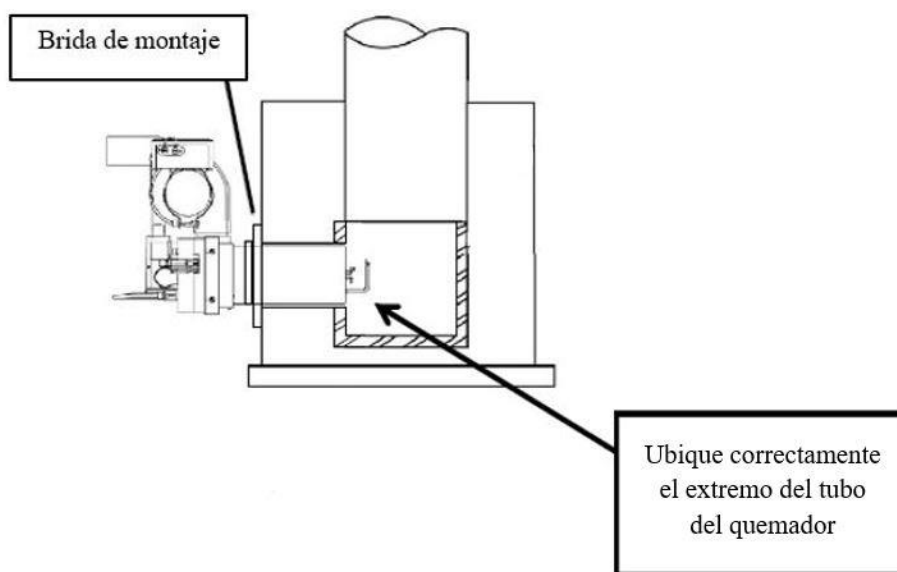


Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

4.3.3. Instalación de brida de montaje

- La brida de montaje debe ser colocada en la pared del horno, luego se procede a justar la orientación hasta que el patrón del perno del horno permita que la brida se sienta a ras.
- Tomando en cuenta la orientación de la brida, ésta debe eliminarse hasta que la brida pueda colocarse entre la pared del horno y la brida; realizando el ajuste correspondiente.
- Insertar el tubo del quemador en la brida y colocarlo según como indica la Figura 48. Finalmente ajustar la brida en el tubo del quemador.

Figura 48. Quemador correctamente instalado



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

4.3.4. Operación del quemador - piloto permanente

Según Wayne Combustion Systems (2014), para realizar el arranque del quemador se tiene que seguir los siguientes pasos:

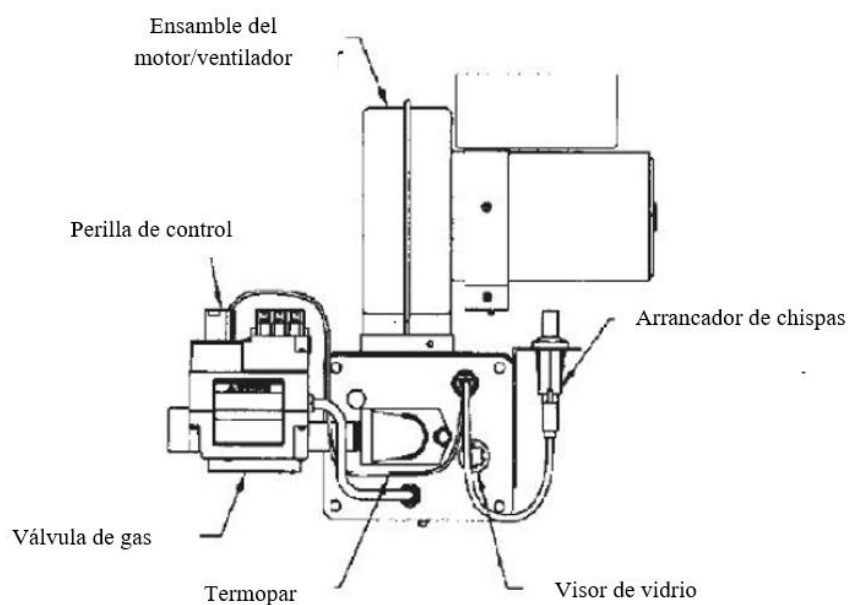
1. Presionar la perilla de control de la válvula de gas ubicada en la válvula de gas de combinación girándola a "OFF".
2. Ajustar el termostato a una temperatura por encima de la temperatura ambiente, luego deje que el quemador opere por cinco minutos.
3. Seguidamente, configurar el termostato por debajo de la temperatura ambiente.
4. Girar el control de la válvula de gas a modo piloto.
5. Oprimir el botón rojo de la válvula para poder iniciar el flujo de gas.
6. Presionar el botón rojo hacia abajo en el encendedor de chispa hasta que logre encajar. Realizar repeticiones hasta poder encender el piloto.

7. Mantener presionado el botón rojo en la válvula durante 60 segundos, y soltar.
8. Observar el piloto a través de del visor de vidrio: si no está encendido, cerrar el quemador completamente y esperar 5 minutos, luego repita los pasos de 1 a 7.
9. Girar las válvulas de control de gas a "ON".
10. Configurar el termostato de ambiente más alto que la temperatura ambiente para que el quemador pueda arrancar.

Para dejar que el quemador quede fuera de servicio es necesario seguir los siguientes pasos:

- a. Oprimir la perilla de control de la válvula de gas en la válvula de gas de combinación y girar a "OFF".
- b. Apagar la alimentación eléctrica.

Figura 49. Quemador del piloto



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

4.3.5. Combustión de ajuste del quemador

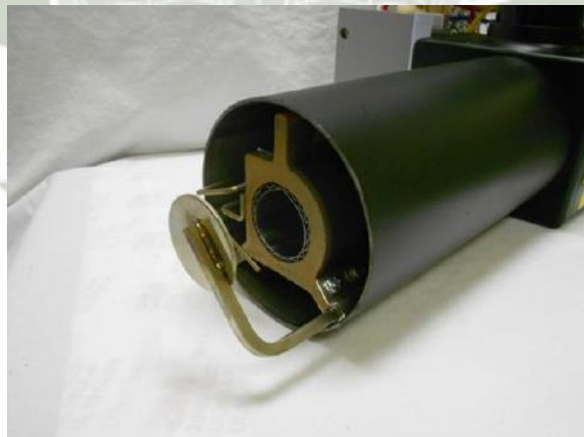
Para llevar a cabo los ajustes necesarios se utilizarán los siguientes equipos
(Wayne Combustion Systems, 2014):

1. Medidor de corriente de aire.
 2. Analizador de O₂ o CO₂.
 3. Prueba de CO.
 4. Medidor de columna de agua.
- **Ajuste del esparcidor de llama modelo P250AF**

El esparcidor de llama es utilizado para que la llama generada tenga forma para una adaptación a la cámara de encendido.

Va depender de la cámara de encendido que se posea, la llama podrá ser larga y estrecha o una llama corta y densa.

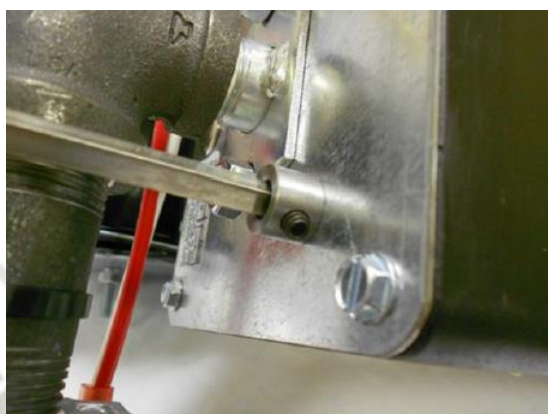
Figura 50. Ubicación del esparcidor de llama



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

El ajuste del esparcidor de llama primero requiere que se afloje el tornillo de fijación ubicado en la parte posterior del quemador utilizando una llave Allen de 3/32”.

Figura 51. Ubicación del tornillo de fijación del esparcidor de llama



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

Una vez que el esparcidor de llama quede totalmente tirado hacia atrás, la varilla de ajuste del esparcidor de llama debe medir aproximadamente 3 1/4 de pulgadas desde la placa posterior. Además, la varilla de ajuste del esparcidor de llama empujado hacia adentro, debería medir aproximadamente 1 pulgada desde la placa posterior del quemador. Es necesario ajustar la llama, para que esté llena la caja de fuego se llene sin afectar la pared del fondo. Si la llama está bien ajustada, volver a presionar el tornillo de fijación.

- **Ajuste del obturador de aire**

Para ajustar el obturador de aire del disco, se procede a aflojar la tuerca de bloqueo y girar el disco. El CO₂ bajará si hay un aumento en la abertura de obturador de aire, así como las lecturas de CO. Para lograr

el ajuste correcto, se debe usar un analizador de combustión para medir CO_2 y CO .

Figura 52. Ubicación de la contratuerca del obturador de aire



Fuente: Wayne Combustion Systems, 2014.

El óptimo rendimiento para aplicaciones de gas natural, es una configuración de CO_2 del 8% al 10% y el CO debe minimizarse a 100 ppm o menos. Se debe tener en cuenta que por ningún motivo el CO debe estar por encima de los 400 ppm. Luego proceda a ajustar la contratuerca para asegurar el obturador de aire, después que el quemador esté funcionando correctamente, registrar toda la información configurada.

4.3.6. Armado de tren de gas

El armado de tren de gas consiste principalmente en la instalación de todas las tuberías las cuales deben cumplir estándares nacionales e internacionales al transportar por este medio gas natural.

Además, en esta tubería se debe instalar una trampa de sedimentos en la línea de suministro al quemador con el propósito de eliminar agua y aerosoles de agua del sistema de aire comprimido; la instalación debe unir la línea de gas ascendente desde el colector de control y descendente desde la trampa de sedimentos.

4.3.7. Mantenimiento del quemador

Para llevar a cabo el mantenimiento de los quemadores se requiere de la experiencia de un técnico tanto para la configuración y el ajuste adecuado.

Existen varias posibles causas de la parada de un quemador, para ello se cuenta con una lista de verificación que podría servir como guía que podría servir de información al técnico de servicio.

1. Revisar el termostato. Asegurándose que la temperatura ambiente es la deseada. Si el termostato está dañado es necesario repararlo o reemplazarlo.
2. Comprobar que los fusibles de tipo reemplazables no estén sueltos en la toma. Si un fusible está quemado, reemplácelo por otro del mismo tipo y tamaño. Si el interruptor está en la caja de servicio, debe comprobar la posición del indicador, si está desconectado, reanúdelo.
3. Comprobar el interruptor de encendido y apagado del quemador, puede haber sido apagado accidentalmente.
4. Si el termostato es configurado a unos 10 grados por encima de la temperatura ambiente, el quemador se iniciará automáticamente. En

caso que no se inicie, compruebe el piloto o vuélvalo a encender siguiendo las instrucciones de encendido piloto.

Se recomienda realizar una inspección periódica al quemador para:

- Comprobar que el ventilador de entrada de aire no se encuentre bloqueado. Comprobar el obturador de aire asegurándose que esté en la misma posición del último ajuste.
- Comprobar que la rueda del ventilador no esté sucia o llena de pelusas.
- Verifique la llama del piloto, si se encuentra normal.

Además de ello, las áreas alrededor del quemador deben estar libres de materiales combustibles, gasolina y otros vapores y líquidos inflamables. El flujo de aire de combustión y ventilación al quemador no deben estar bloqueados u obstruidos.

4.3.8. Limpieza de los quemadores

La limpieza estará a cargo sólo del personal asignado para esta tarea, para realizar la limpieza debe:

- Retirar el quemador del aparato y visualmente inspeccionar el tubo de explosión.
- Inspeccionar el quemador piloto en busca de polvo o corrosión, limpiar si es necesario.
- Comprobar los pilotos, termopares, electrodos de acuerdo al manual, para ver las ubicaciones correctas.

- Comprobar los esparcidores de llama, reemplazarlos si están deteriorados.
- Retirar el anillo de llama corrugado y límpielo.
- Reemplazar el anillo de llama corrugado y volver a instalar el quemador.

4.3.9. Instalación del programador

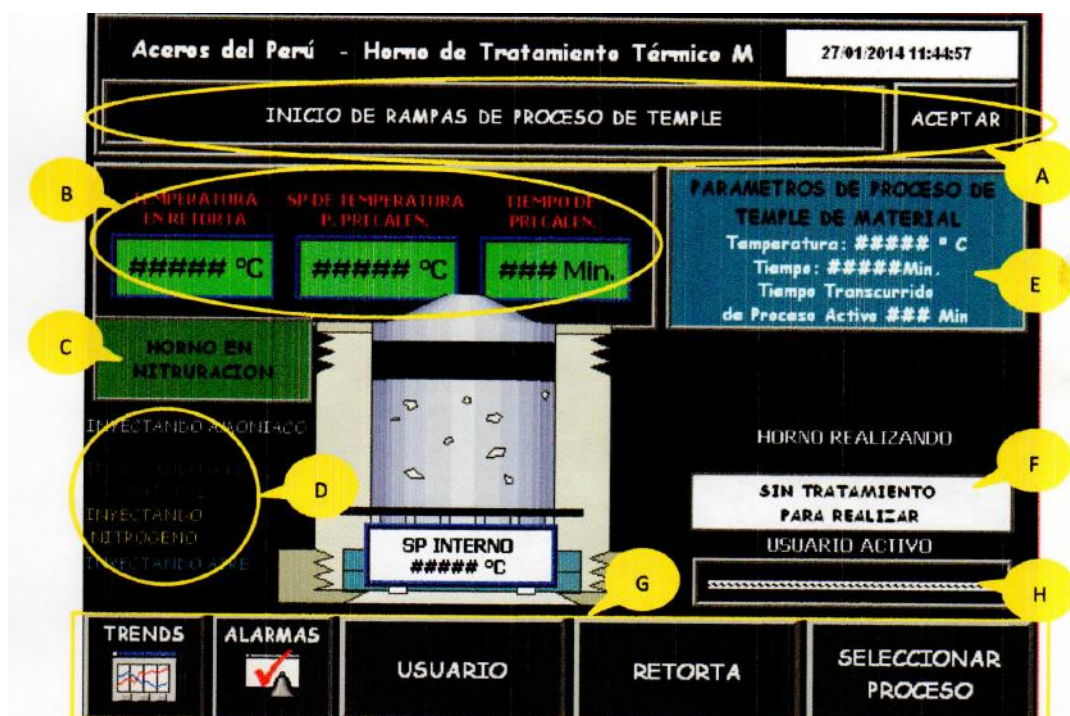
Para la instalación del programador se requiere montar la subbase en cualquier posición excepto horizontalmente con los contactos bifurcados mirando hacia abajo. La posición vertical es la más usada y recomendada; ya que cualquier otra posición disminuye el rango máximo de temperatura ambiental.

Por otro lado, el tendido de cables recomendado: a. No pase los cables de alto voltaje del transformador junto de otro tipo de cable. Para la revisión final del cableado primero verificar el circuito de suministro de energía, las tolerancias de voltaje y frecuencia deben ser las correctas.

4.3.10. Diseño del software de control

La instalación del nuevo sistema de calentamiento incluye el diseño de un software para su control respectivo; para ello se requiere un nuevo sistema de control de hornos por PLC; en su diseño se maneja 4 procesos principales: pre-calentamiento, temple, cementación y nitruración siendo éstos los procesos termoquímicos más utilizados.

Figura 53. Diseño de software de control



Fuente: Elaboración propia.

De manera general se presenta la interacción del sistema con el usuario:

- A. Visualización de mensajes de acuerdo al proceso que se lleva a cabo.
- B. El recuadro permitirá visualizar las temperaturas, además del tiempo de procesos de ejecución.
- C. Muestra el nombre del proceso que se está llevando a cabo.
- D. Visualiza el ingreso de gas.
- E. Muestra las características propias del proceso en ejecución
- F. Según el proceso que se esté llevando a cabo, indica el proceso en ejecución.
- G. Acceso rápido a otras ventanas del software.

4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Teniendo definida las actividades a realizar para llevar a cabo la propuesta de mejora la Figura 54 muestra la duración de cada actividad, tomando un total de 20 semanas para concretar la mejora en la planta de tratamiento de la ciudad de Arequipa.

Figura 54. Cronograma de actividades

Actividades	Semana																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Diagnóstico situacional	■	■	■	■																
Propuesta de mejora					■	■	■	■	■	■										
Aprobación de la propuesta de mejora											■									
Búsqueda de empresa contratista											■	■								
Evaluación de propuestas													■	■						
Selección de empresa contratista														■						
Adquisición de componentes															■					
Instalación de quemador																■				
Armado de tren de gas																	■			
Instalación del programador																	■			
Inspección de instalaciones																		■		
Calibración y ajustes de los equipos																		■		
Diseño de software de control															■	■	■	■		
Prueba del sistema de ingeniería y software																			■	
Informe final																				■

Fuente: Elaboración propia.

4.5. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA COSTO - BENEFICIO

4.5.4. Determinación de costos

Se hace necesario determinar los costos totales en los cuales se incurrirán al implementar la propuesta de mejora y analizar la influencia en los demás agentes de costos propios de la operación de la planta de tratamiento térmico de acero que se da en la empresa.

4.5.4.1. *Costos directos*

Para el cálculo de los costos directos se tomó en cuenta el costo de material directo y el costo de mano de obra directa; que son requeridos para operar la planta de tratamiento térmico, llevar a cabo los diferentes procesos y así conferir a las piezas de acero las características especiales requeridas.

La Tabla 16 muestra los costos de mano de obra directa, que comprende los salarios de los trabajadores que intervienen directamente en los procesos de tratamiento: 1 operario de tratamiento térmico y 1 maquinista con remuneraciones mensuales de 1,200 y 1,800 soles respectivamente al año 2018, con crecimiento anual que responde al crecimiento del PBI de la industria básica de hierro y acero (Tabla 20). De esta manera, en la Tabla 17 se presentan los costos totales de mano de obra directa para los 5 años de proyección.

Tabla 16. Mano de obra directa

Sin la mejora / Con la mejora

Puesto	Cant.	Rem. Mes. (S/.)	Rem. Anual (S/.)
Operario de tratamiento térmico	1	1,200	14,400
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			6,094
Sub-Total			20,494
Maquinista	1	1,800	21,600
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			9,141
Sub-Total			30,741
Total			51,235

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Costo total de mano de obra directa

Sin la mejora / Con la mejora

Año	Crecimiento salarial anual (%)	Mano de obra directa (S/.)
1		51,235
2	2.95%	52,745
3	2.66%	54,146
4	2.38%	55,437
5	2.13%	56,618

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al costo de material directo, éste se encuentra directamente relacionado con la cantidad de kilogramos de aceros procesados anualmente y el costo por kilogramo de cada tratamiento térmico. No se dispone de data histórica continua de la producción de la empresa Aceros del Perú dado que la empresa interrumpió sus operaciones durante los años 2014 y 2015 y es por este motivo que la producción futura se estimará a partir de la tasa de crecimiento del PBI de la industria básica de hierro y acero.

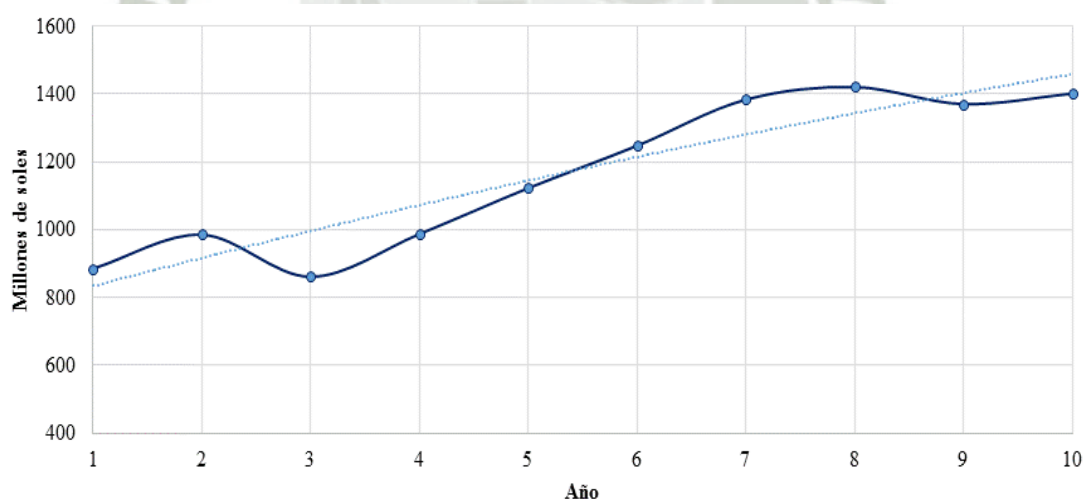
En la Tabla 18 se muestra la data histórica, facilitada por el INEI (2016), sobre el PBI de la industria básica de hierro y acero durante el periodo que comprende los años 2007 y 2016.

Tabla 18. PBI de industria básica de hierro y acero (Millones de soles)

Año	Monto (S./)
2007	885
2008	985
2009	861
2010	987
2011	1,122
2012	1,247
2013	1,383
2014	1,420
2015	1,370
2016	1,401

Fuente: Adaptación INEI, 2016.

Figura 55. PBI de Industria básica de hierro y acero



Fuente: Adaptación INEI, 2016.

La Figura 55, muestra la tendencia de la industria del hierro y acero según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016), que se utilizará

como histórico para proyectar el PBI de dicha industria para los años 2018 -2022.

El modelo que mejor representa el comportamiento de los datos; es el polinómico con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.8784 (el más cercano a 1); y la ecuación que determina dicha modelo es la que se presenta a continuación

$$Y = Ax^2 + Bx + C$$

$$Y = -1.6705x^2 + 87.751x + 747.78$$

Dónde:

Y= Monto en millones de soles

x= Año

Reemplazando el valor de x, dependiendo del año de proyección, se obtuvo la proyección del PBI de la industria básica de hierro y acero para los años 2017-2022.

Tabla 19. Proyección PBI de industria básica de hierro y acero

Año	Monto (S./)
2017	1,511
2018	1,560
2019	1,606
2020	1,649
2021	1,688
2022	1,724

Fuente: Elaboración propia.

Una vez proyectados los montos, se calculó la tasa de crecimiento anual 2018-2022, que será utilizada para proyectar la cantidad de kilogramos de acero a tratar por la empresa Aceros del Perú en los próximos 5 años.

Tabla 20. Tasa de crecimiento anual

Año	Tasa de crecimiento
2018	3.26%
2019	2.95%
2020	2.66%
2021	2.38%
2022	2.13%

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que en el año 2017 la empresa reportó haber procesado 736,800 kilogramos de acero en total, y tomando en cuenta las tasas de crecimiento presentadas en la Tabla 20, en la Tabla 21 se muestra la cantidad planeada de kilogramos a procesos durante los años 2018-2022

Tabla 21. Proyección de demanda

Año	Tasa de crecimiento	Cantidad proyectada (Kg)
2017	-	736,800
2018	3.26%	760,856
2019	2.95%	783,282
2020	2.66%	804,079
2021	2.38%	823,247
2022	2.13%	840,786

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo las cantidades anuales a procesar de la Tabla 21, en la Tabla 22 se determinan las cantidades (Kg) específicas para cada uno de los tratamientos térmicos/termoquímicos en base a la participación que

tienen en la planta de tratamiento de lecho fluidizado. Es necesario mencionar que los porcentajes de participación de cada uno de los tratamientos térmicos corresponden al año 2017 y fueron brindados por la empresa Aceros del Perú.

Tabla 22. Demanda proyectada por proceso

Sin la mejora / Con la mejora

Tratamiento	Participación (%)	2018 (Kg)	2019 (Kg)	2020 (Kg)	2021 (Kg)	2022 (Kg)
Nitruración	12%	91,303	93,994	96,489	98,790	100,894
Cementación	57%	433,688	446,471	458,325	469,251	479,248
Temple 800-900°C	24%	182,605	187,988	192,979	197,579	201,789
Temple 900-1000°C	1%	7,609	7,833	8,041	8,232	8,408
Temple 1000-1030°C	2%	15,217	15,666	16,082	16,465	16,816
Revenido	4%	30,434	31,331	32,163	32,930	33,631
Total	100%	760,856	783,283	804,079	823,247	840,786

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la implementación de la mejora, el costo unitario de material directo podría disminuir significativamente. La información del costo unitario propuesto fue dada por el jefe de operaciones en base a su experiencia laboral en el rubro siderúrgico. La Tabla 24 muestra la reducción de los costos de material directo si se lleva a cabo la propuesta de mejora de acuerdo a lo planeado; teniéndose una mayor optimización en el proceso de revenido, seguido de los procesos de cementación y temple 800-900°C con una reducción del 12 %, 10 % y 10% respectivamente.

Tabla 23. Reducción de costos unitarios de material directo

Tratamiento	Costo unitario inicial (S./Kg)	Costo unitario propuesto (S./Kg)	Reducción (S./Kg)	Porcentaje (%)
Nitruración	2.23	2.09	0.14	6
Cementación	1.68	1.51	0.17	10
Temple 800-900°C	1.23	1.11	0.12	10
Temple 900-1000°C	1.39	1.28	0.11	8
Temple 1000-1030°C	1.55	1.43	0.12	8
Revenido	0.73	0.64	0.09	12

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinada la cantidad proyectada a procesar que se muestra en la Tabla 22 y junto con los costos de producción por kilogramo, se determinan los costos de material directo, ya que éstos varían de acuerdo al tipo de tratamiento térmico al que los aceros son sometidos como se exhibe en la Tabla 24.

Tabla 24. Costo de material directo

Sin la mejora

Tratamiento	Costo unit. (S./Kg)	2018 (S.)	2019 (S.)	2020 (S.)	2021 (S.)	2022 (S.)
Nitruración	2.23	203,606	209,607	215,170	220,302	224,994
Cementación	1.68	728,596	750,071	769,986	788,342	805,137
Temple 800-900°C	1.23	224,604	231,225	237,364	243,022	248,200
Temple 900-1000°C	1.39	10,577	10,888	11,177	11,442	11,687
Temple 1000-1030°C	1.55	23,586	24,282	24,927	25,521	26,065
Revenido	0.73	22,217	22,872	23,479	24,039	24,551
Total		1,213,185	1,248,945	1,282,104	1,312,668	1,340,633

Con la mejora

Tratamiento	Costo unit. (S./Kg)	2018 (S/.)	2019 (S/.)	2020 (S/.)	2021 (S/.)	2022 (S/.)
Nitruración	2.09	190,823	196,447	201,662	206,471	210,868
Cementación	1.51	654,869	674,171	692,071	708,569	723,664
Temple 800-900°C	1.11	202,692	208,667	214,207	219,313	223,986
Temple 900-1000°C	1.28	9,740	10,026	10,292	10,537	10,762
Temple 1000-1030°C	1.43	21,760	22,402	22,997	23,545	24,047
Revenido	0.64	19,478	20,052	20,584	21,075	21,524
Total		1,099,361	1,131,766	1,161,814	1,189,510	1,214,852

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta tanto el costo total de mano de obra directa (Tabla 17), como el costo de material directo (Tabla 24), en la Tabla 25 se muestran los costos directos totales.

Tabla 25. Costos directos totales

Sin la mejora

Año	Mano de obra directa (S/.)	Material directo (S/.)	Total (S/.)
1	51,235	1,213,185	1,264,421
2	52,745	1,248,945	1,301,690
3	54,146	1,282,104	1,336,250
4	55,437	1,312,668	1,368,104
5	56,618	1,340,633	1,397,251

Con la mejora

Año	Mano de obra directa (S/.)	Material directo (S/.)	Total (S/.)
1	51,235	1,099,361	1,150,596
2	52,745	1,131,766	1,184,511
3	54,146	1,161,814	1,215,959
4	55,437	1,189,510	1,244,946
5	56,618	1,214,852	1,271,469

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.2. Costos indirectos o gastos de fabricación

Dentro de los costos indirectos se tienen los costos de mano de obra indirecta, materiales indirectos y gastos indirectos.

Los costos de mano de obra indirecta se encuentran determinados por los salarios de 1 responsable de almacén y 2 operarios de almacén cuyas remuneraciones mensuales ascienden a 2,500 y 900 soles respectivamente al año 2018, con crecimiento anual que responde al crecimiento del PBI de la industria básica de hierro y acero (Tabla 20). De esta manera, en la Tabla 27 se presentan los costos totales de mano de obra directa para los 5 años de proyección.

Tabla 26. Mano de obra indirecta

Sin la mejora / Con la mejora

Puesto	Cant.	Rem. Mes (S/.)	Rem. Anual (S/.)
Responsable de almacén	1	2,500	30,000
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			12,696
Sub-Total			42,696
Operario de almacén	2	900	21,600
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			9,141
Sub-Total			30,741
Total			73,437

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Costo total de mano de obra indirecta

Sin la mejora / Con la mejora

Año	Crecimiento salarial anual (%)	Mano de obra indirecta (S/.)
1		73,437
2	2.95%	75,602
3	2.66%	77,609
4	2.38%	79,459
5	2.13%	81,152

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los materiales indirectos como uniformes y EPP's se consideró principalmente el personal que labora dentro de la empresa Aceros del Perú; cuyos costos se encuentran estimados de acuerdo al mercado.

Tabla 28. Materiales indirectos

Sin la mejora / Con la mejora

EPP	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Total (S/.)
Casco de seguridad	unidades	6	25	150
Zapatos de seguridad	pares	12	40	480
Mameluco	unidades	8	45	360
Uniforme	unidades	18	50	900
Total				1,890

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los gastos indirectos; para su estimación se consideraron los gastos de mantenimiento, así como la depreciación, la cual corresponde al 10% del valor de las máquinas y tendrá una variación respecto a la propuesta de mejora planteada debido a que se pretenden adquirir nuevos equipos que estarán sujetos a depreciación. La Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31 muestra el detalle de este cálculo.

Tabla 29. Depreciación de maquinaria planta de tratamiento Arequipa

Máquina	Cantidad	Costo (S/.)	Depreciación (S/.)
Horno N.700.70/130	1	17,115	1,712
Horno HD.1120.70/130	1	15,974	1,597
Horno 7.70/130	1	13,236	1,324
Tanque de enfriamiento	1	5,020	502
Planta generadora de nitrógeno MVS	1	2,738	274
Panel de control	1	799	80
Flujómetro	1	730	73
Tanque de aceite.	1	2,282	228
Tanque de agua	1	799	80
Compresor kaeser	1	913	91
Compresor de aire ingersoll	1	2,054	205
Compresor twin lobe	1	1,712	171
Hidrolavadora karcher	1	685	68
Arenadora	1	1,141	114
Puente grúa	1	2,853	285
Durómetro	1	913	91
Total		68,962	6,895

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

Tabla 30. Depreciación de muebles/ enseres - planta de tratamiento Arequipa

Muebles y enseres	Cantidad	Costo (S/.)	Depreciación (S/.)
Estantería	3	5,000	1,500
Teléfono	7	40	28
Computadora	10	860	860
Impresora	5	90	45
Total			2,433

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

Tabla 31. Depreciación de inversión tangible

Componentes	Cantidad	Costo (S/.)	Depreciación (S/.)
Quemador de gas EQA	2	5,314	1,063
Quemador de gas Wayne	1	2,605	261
Transformador 220V-110V	1	225	23
Manómetro 2.1/2"	1	114	11
Válvula reguladora de baja presión	2	571	114
Ventilador trifásico	2	4,531	906
Manómetro 0-250mbar	2	130	26
Programador Honeywell	2	258	52
Tablero eléctrico p/quemador.	2	489	98
Transformador E820P	2	326	65
Automatización	3	8,150	2,445
Total			5,064

Fuente: Aceros del Perú, 2017.

En cuanto al costo de mantenimiento, éste representa el 3% del activo fijo que posee la empresa según García (2012); los gastos indirectos totales se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32. Gastos indirectos

Sin la mejora	
Rubro	Monto anual (S/.)
Mantenimiento	2,799
Depreciación	9,328
Total	12,127
Con la mejora	
Rubro	Monto anual (S/.)
Mantenimiento	4,318
Depreciación	14,392
Total	18,710

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo los costos de mano de obra indirecta, materiales indirectos y gastos indirectos, la Tabla 33 muestra los costos indirectos totales que

intervienen en la operación de la planta de tratamiento de lecho fluidizado.

Tabla 33. Gastos indirectos totales

Sin la mejora

Año	M.O. I (S/.)	M.I. (S/.)	Gastos indirectos (S/.)	Costos totales (S/.)
1	73,437	1,890	12,127	87,454
2	75,602	1,890	12,127	89,618
3	77,609	1,890	12,127	91,626
4	79,459	1,890	12,127	93,476
5	81,152	1,890	12,127	95,169

Con la mejora

Año	M.O. I (S/.)	M. I (S/.)	Gastos indirectos (S/.)	Costos totales (S/.)
1	73,437	1,890	18,710	94,037
2	75,602	1,890	18,710	96,201
3	77,609	1,890	18,710	98,209
4	79,459	1,890	18,710	100,059
5	81,152	1,890	18,710	101,752

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.3. Costos de producción

Los costos totales de producción, está comprendidos por los costos directos e indirectos en los que se incurren para obtener el producto terminado de la planta de tratamiento; la Tabla 34 detalla los costos para un horizonte de cinco años.

Tabla 34. Costos de producción

Año	Costos directos (S/.)	Costos indirectos (S/.)	Costos totales (S/.)
1	1,264,421	87,454	1,351,874
2	1,301,690	89,618	1,391,309
3	1,336,250	91,626	1,427,875
4	1,368,104	93,476	1,461,580
5	1,397,251	95,169	1,492,420

Con la mejora

Año	Costos directos (S/.)	Costos indirectos (S/.)	Costos totales (S/.)
1	1,150,596	94,037	1,244,633
2	1,184,511	96,201	1,280,713
3	1,215,959	98,209	1,314,168
4	1,244,946	100,059	1,345,005
5	1,271,469	101,752	1,373,221

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.4. Gastos de ventas

Aceros del Perú, es una empresa que posee una gran fuerza de ventas, es por ello que los gastos de ventas están principalmente comprendidos por los salarios de los colaboradores que laboran en esta área en específico.

La Tabla 35 muestra los costos del personal de ventas, que comprende los salarios de los trabajadores que intervienen directamente en los procesos de venta: 1 jefe de ventas, 2 asesores técnicos comerciales, 2 ejecutivas de apoyo/oficina y 1 encargado de telemarketing con remuneraciones mensuales de 3,000, 2,000, 1,200 y 1,200 soles respectivamente al año 2018, con crecimiento anual que responde al crecimiento del PBI de la industria básica de hierro y acero (Tabla 20).

De esta manera, en la Tabla 36 se presentan los costos totales de personal de ventas para los 5 años de proyección.

Tabla 35. Costo de personal de ventas

Sin la mejora/ Con la mejora

Puesto	Cant.	Rem. Mes. (S/.)	Rem. Anual (S/.)
Jefe de ventas	1	3,000	36,000
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			15,235
Sub-Total			51,235
Asesor técnico comercial	2	2,000	48,000
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			20,314
Sub-Total			68,314
Ejecutiva de apoyo/oficina	2	1,200	28,800
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			12,188
Sub-Total			40,988
Telemarketing	1	1,200	14,400
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			6,094
Sub-Total			20,494
Total			181,031

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Costo total de personal de ventas

Sin la mejora / Con la mejora

Año	Crecimiento salarial anual (%)	Personal administrativo (S/.)
1		181,031
2	2.95%	186,367
3	2.66%	191,315
4	2.38%	195,876
5	2.13%	200,049

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 37 se presentan en resumen los gastos totales de ventas para la empresa Aceros del Perú.

Tabla 37. Gastos de ventas

Sin la mejora / Con la mejora			
Año	Personal de ventas (S/.)	Página web (S/.)	Total (S/.)
1	181,031	1,200	182,231
2	186,367	1,200	187,567
3	191,315	1,200	192,515
4	195,876	1,200	197,076
5	200,049	1,200	201,249

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.5. *Gastos administrativos*

Para determinar los gastos administrativos de la empresa Aceros del Perú, se consideró al personal administrativo que labora en la empresa, así como el costo de servicios básicos, alquiler, capacitaciones; como se detalla en la Tabla 40.

La Tabla 38 muestra los costos del personal de ventas, que comprende los salarios de los trabajadores que intervienen directamente en los procesos administrativos: 1 administrador/jefe de operaciones y 1 facturador con remuneraciones mensuales de 5,000 y 1,200 soles respectivamente al año 2018, con crecimiento anual que responde al crecimiento del PBI de la industria básica de hierro y acero (Tabla 20).

De esta manera, en la Tabla 39 se presentan los costos totales de personal administrativo para los 5 años de proyección.

Tabla 38. Costo de personal administrativo

Sin la mejora / Con la mejora

Puesto	Cant.	Rem. Mes. (S/.)	Rem. Anual (S/.)
Administrador/jefe de operaciones	1	5,000	60,000
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			25,392
Sub-Total			85,392
Facturador	1	1,200	14,400
Mas 42.32% Prov. y Ben. Soc.			6,094
Sub-Total			20,494
Total			105,886

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Costo total de personal administrativo

Sin la mejora / Con la mejora

Año	Crecimiento salarial anual (%)	Personal administrativo (S/.)
1		105,886
2	2.95%	109,007
3	2.66%	111,901
4	2.38%	114,569
5	2.13%	117,010

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Gastos administrativos

Sin la mejora / Con la mejora

Año	Personal administrativo (S/.)	Alquiler (S/.)	Luz (S/.)	Agua (S/.)	Capacitación (S/.)	Total (S/.)
1	105,886	48,000	780	600	10,000	165,266
2	109,007	48,000	780	600	10,000	168,387
3	111,901	48,000	780	600	10,000	171,281
4	114,569	48,000	780	600	10,000	173,949
5	117,010	48,000	780	600	10,000	176,390

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Inversión de la propuesta

La inversión comprende la adquisición de nuevos equipos con la finalidad de realizar el cambio en el sistema de calentamiento de los hornos de la planta de tratamiento, para generar un ahorro en el costo de energía utilizada. Por ello, es necesario conocer los recursos necesarios para su operación.

4.5.5.1. Inversión fija tangible

La inversión tangible está comprendida por los nuevos equipos a adquirirse para implementar el nuevo sistema de calentamiento de hornos de lecho fluidizado que formarán parte de los activos de la empresa desde su adquisición.

En la Tabla 41, se muestran las inversiones tangibles de la propuesta. En el escenario actual, en el cual no se desarrolla ninguna mejora, no se tiene ninguna inversión fija tangible.

Tabla 41. Inversión fija tangible

Componentes	Cant.	Costo (S/.)	Costo total (S/.)
Quemador de gas EQA	2	5,314	10,628
Quemador de gas Wayne	1	2,605	2,605
Transformador 220V-110V	1	225	225
Manómetro 2.1/2"	1	114	114
Válvula reguladora de baja presión	2	571	1,142
Ventilador trifásico	2	4,531	9,062
Manómetro 0-250mbar	2	130	260
Programador Honeywell	2	258	516
Tablero eléctrico p/quemador.	2	489	978
Transformador E820P	2	326	652
Automatización	3	8,150	24,450
Total			50,632

Fuente: Asler & Cia y Alanper Cicex, 2017.

4.5.5.2. *Inversión fija intangible*

Dicha inversión considera aquellos costos que se incurren, en este caso, para la implementación de la propuesta de mejora desde el estudio de la misma hasta su operación final.

La Tabla 42, muestra la inversión intangible de la propuesta, que comprende el costo del estudio, instalación y diseño del software especializado para el control del nuevo sistema. En el escenario actual, en el cual no se desarrolla ninguna mejora, no se tiene ninguna inversión fija intangible.

Tabla 42. Inversión fija intangible

Con la mejora	
Rubro	Monto estimado (S/.)
Gastos en estudio	8,000
Servicio de instalación	4,890
Diseño de software	16,300
Total	29,190

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5.3. *Capital de trabajo*

La Tabla 43, muestra el capital de trabajo necesario para operar el primer mes del primer año de la empresa en su sede Arequipa, el cual se determinó mediante un prorrateo mensual del costo total anual.

Tabla 43. Capital de trabajo
Sin la mejora

Rubro	Reserva	Total (S/.)
Costos directos	1 mes	105,368
Costos indirectos	1 mes	7,288
Gastos de administración	1 mes	13,772
Gastos de ventas	1 mes	15,186
Total		141,614

Con la mejora

Rubro	Reserva	Total (S/.)
Costos directos	1 mes	95,883
Costos indirectos	1 mes	7,836
Gastos de administración	1 mes	13,772
Gastos de ventas	1 mes	15,186
Total		132,678

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5.4. Inversión total de la propuesta

La Tabla 44, muestra el consolidado de la inversión total en un escenario actual y otro con la implementación de la mejora propuesta, considerando los montos de inversión fija tangible, inversión fija intangible y el capital de trabajo.

Tabla 44. Inversión total

Sin la mejora

Rubros	Monto total (S/.)
Inversión fija tangible	0
Inversión fija intangible	0
Capital de trabajo	141,614
Total	141,614

Con la mejora

Rubros	Monto total (S/.)
Inversión fija tangible	50,632
Inversión fija intangible	29,190
Capital de trabajo	132,678
Total	212,500

Fuente: Elaboración propia.

La inversión que se presenta para la implementación de la mejora, será recuperada en posteriores años al permitirle a la empresa un ahorro principalmente en los costos totales de producción.

4.5.5.5. *Estructura financiera para la propuesta*

La Tabla 45, muestra la estructura financiera para los escenarios actual y propuesto. Cabe mencionar que el financiamiento para implementar la propuesta de mejora será asumido por la empresa sin ningún tipo de financiamiento externo, dado que la empresa tiene la política de recurrir a financiamiento externo sólo para el caso de inversiones bastante grandes como renovación de equipos, compra de propiedades.

Tabla 45. Estructura financiera

Sin la mejora

Rubro	Total (S/.)
1. Inversión fija tangible	0
2. Inversión fija intangible	0
3. Capital de trabajo	141,614
Inversión total	141,614

Con la mejora

Rubro	Total (S/.)
1. Inversión fija tangible	50,632
Quemador de gas EQA	10,628
Quemador de gas Wayne	2,605
Transformador 220V-110V	225
Manómetro 2.1/2"	114
Válvula reguladora de baja presión	1,142
Ventilador trifásico	9,062
Manómetro 0-250mbar	260
Programador Honeywell	516
Tablero eléctrico p/quemador.	978
Transformador E820P	652
Automatización	24,450
2. Inversión fija intangible	29,190
Gastos en estudio	8,000
Servicio de instalación	4,890
Diseño de software	16,300
3. Capital de trabajo	132,678
Inversión total	212,500

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Determinación de ingresos para la propuesta

Los ingresos de Aceros del Perú están relacionados al total de kilogramos de aceros tratados en la planta. En base a los niveles proyectados de producción anual presentados en la Tabla 21 y teniendo en cuenta los precios para cada

proceso (Tabla 46); se obtuvieron ingresos totales anuales para el horizonte de planeamiento de 5 años, como se detalla en la Tabla 46 y Tabla 47.

Tabla 46. Precio por procesos y subtotales

Tratamiento	Precio (S/.)	2018	2019	2020	2021	2022
Nitruración	3.30	301,336	310,218	318,452	326,047	332,991
Cementación	2.49	1,078,322	1,110,105	1,139,579	1,166,746	1,191,602
Temple 800-900°C	1.82	332,414	342,213	351,299	359,673	367,337
Temple 900-1000°C	2.06	15,653	16,114	16,542	16,935	17,297
Temple 1000-1030°C	2.29	34,908	35,938	36,892	37,771	38,576
Revenido	1.08	32,881	33,850	34,749	35,578	36,335
Total		1,795,514	1,848,439	1,897,514	1,942,748	1,984,137

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Proyección de ingresos

Sin la mejora / Con la mejora	
Año	Ingresos por ventas (S/.)
1	1,795,514
2	1,848,439
3	1,897,514
4	1,942,748
5	1,984,137

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7. Evaluación del impacto económico

4.5.7.1. Estado de ganancias y pérdidas

La Tabla 48, muestra el estado de ganancias y pérdidas para la empresa Aceros del Perú, teniendo en cuenta los dos escenarios a analizar.

Tabla 48. Estado de ganancias y pérdidas

Sin la mejora

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	1,472,322	1,515,720	1,555,961	1,593,053	1,626,993
Material directo	994,812	1,024,135	1,051,325	1,076,387	1,099,319
Mano de obra directa	51,235	51,235	51,235	51,235	51,235
Costos indirectos	84,931	84,931	84,931	84,931	84,931
Utilidad bruta	341,344	355,419	368,470	380,500	391,507
Gastos de administración	154,578	157,699	160,593	163,261	165,701
Gastos de ventas	182,015	187,351	192,299	196,860	201,033
Utilidad Operativa	4,751	10,369	15,578	20,379	24,773
Gastos financieros	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos y participaciones	4,751	10,369	15,578	20,379	24,773
Participaciones (10%)	475	1,037	1,558	2,038	2,477
Utilidad neta	4,276	9,332	14,020	18,342	22,296

Fuente: Elaboración propia.

Con la mejora

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	1,472,322	1,515,720	1,555,961	1,593,053	1,626,993
Material directo	901,476	928,048	928,048	952,687	975,398
Mano de obra directa	51,235	51,235	51,235	51,235	51,235
Costos indirectos	90,329	90,329	90,329	90,329	90,329
Utilidad bruta	429,281	446,108	486,349	498,802	510,030
Gastos de administración	154,578	157,699	160,593	163,261	165,701
Gastos de ventas	182,015	187,351	192,299	196,860	201,033
Utilidad Operativa	92,689	101,058	133,457	138,682	143,296
Gastos financieros	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos y participaciones	92,689	101,058	133,457	138,682	143,296
Participaciones (10%)	9,269	10,106	13,346	13,868	14,330
Utilidad neta	83,420	90,952	120,111	124,814	128,966

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el estado de ganancias y pérdidas, las utilidades netas para los años 2018 -2022, al implementar la propuesta de mejora, son mayores al del escenario sin dicha implementación

4.5.7.2. Flujo de caja

Este estado de cuenta detalla las entradas y salidas efectivas de dinero a lo largo de la vida útil de la propuesta de mejora.

Tabla 49. Flujo de caja

Sin la mejora						
Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		1,795,514	1,848,439	1,897,514	1,942,748	1,984,137
Recuper. Capital						0
Ingresos		1,795,514	1,848,439	1,897,514	1,942,748	1,984,137
Actividades de operación						
Material directo		1,213,185	1,248,945	1,282,104	1,312,668	1,340,633
Mano de obra		51,235	52,745	54,146	55,437	56,618
Costos indirectos		87,454	89,618	91,626	93,476	95,169
Gastos de administración		165,266	168,387	171,281	173,949	176,390
Gastos de ventas		182,231	187,567	192,515	197,076	201,249
Balance de IGV		93,071	95,771	98,274	100,582	102,694
Participaciones		475	1,037	1,558	2,038	2,477
(aumento ó disminución de caja)		2,597	4,368	6,009	7,523	8,908
Menos:						
Actividades de inversión						
Inversión	0	0	0	0	0	0
(aumento ó disminución de caja)	0	2,597	4,368	6,009	7,523	8,908
Menos:						
Actividades de financiamiento						
Préstamo		0	0	0	0	0
Amortización		0	0	0	0	0
(aumento ó disminución de caja)	0	2,597	4,368	6,009	7,523	8,908
Saldo inicial de caja		0	2,597	6,965	12,974	20,497
Saldo final de caja	0	2,597	6,965	12,974	20,497	29,405

Con la mejora

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		1,795,514	1,848,439	1,897,514	1,942,748	1,984,137
Recuper. Capital						132,678
Ingresos		1,795,514	1,848,439	1,897,514	1,942,748	2,116,815
Actividades de operación						
Material directo		1,099,361	1,131,766	1,161,814	1,189,510	1,214,852
Mano de obra		51,235	52,745	54,146	55,437	56,618
Costos indirectos		94,037	96,201	98,209	100,059	101,752
Gastos de administración		165,266	168,387	171,281	173,949	176,390
Gastos de ventas		182,231	187,567	192,515	197,076	201,249
Balance de IGV		113,286	116,590	119,653	122,477	148,943
Participaciones		9,269	10,106	13,346	13,868	14,330
(aumento ó disminución de caja)		80,829	85,076	86,550	90,373	202,683
Menos:						
Actividades de inversión						
Inversión	212,500	0	0	0	0	0
(aumento ó disminución de caja)	-212,500	80,829	85,076	86,550	90,373	202,683
Menos:						
Actividades de financiamiento						
Préstamo		0	0	0	0	0
Amortización		0	0	0	0	0
(aumento ó disminución de caja)	-212,500	80,829	85,076	86,550	90,373	202,683
Saldo inicial de caja		-212,500	-131,670	-46,594	39,956	130,329
Saldo final de caja	-212,500	-131,670	-46,594	39,956	130,329	333,011

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la viabilidad de la propuesta de mejora se tomaron en cuenta los principales indicadores económicos como: el valor actual neto (VAN), beneficio / costo (B/C), y periodo de recuperación para la empresa Aceros del Perú, para ello es necesario calcular la tasa de descuento del proyecto.

4.5.7.3. Tasa de descuento del proyecto (K_c)

Para el cálculo del costo de capital (K_c) se utilizó la siguiente fórmula:

$$K_c = R_f + \text{Beta (Prima de riesgo)} + \text{Riesgo país}$$

Dónde:

- **Rf:** Tasa libre de riesgo (2.89%, de acuerdo a los valores dados por Trading Economics (2018)).
- **Beta:** Indicador de riesgo de mercado (Morales, Nakama y Pari (2016) en su tesis “Valorización de Aceros Arequipa”, estiman un beta de 1.50).
- **Prima de riesgo:** Sobreprecio que paga un país para financiarse en los mercados en comparación con otros países (4.54 % es el valor estimado por Morales, Nakama y Pari (2016) en su tesis “Valorización de Aceros Arequipa”).
- **Riesgo país:** Este índice pretende estimar el grado de riesgo de un país para las inversiones extranjeras (1.18 %, según diario Gestión (2018)).

Reemplazando los valores de la fórmula:

$$K_c = 2.89\% + 1.50 (4.54\%) + 1.18\%$$

$$K_c = 10.88\%$$

4.5.7.4. Indicadores económicos

Para la evaluación económica financiera se consideraron los siguientes indicadores:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Periodo de recuperación (PRI)
- Relación beneficio/costo (B/C).

Para el cálculo de estos indicadores se utilizaron las fórmulas que se exhiben enseguida y en la Tabla 50 se exponen los resultados de los mismos.

- $FSA = 1/(1+K_c)^n$
- $VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+K_c)^t}$
- $I_0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$
- $PRI = a + (I_0 - b)/c$
- $B/C = \frac{\sum B}{\sum C}$

Dónde:

- FSA = factor simple de actualización.
- K_c = costo de capital.

- F_t = flujos de dinero en cada periodo t
- I_0 = es la inversión realiza en el año base 2018 ($t = 0$)
- n = es el número de periodos de tiempo
- a = año inmediato anterior en que se recupera la inversión.
- b = flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.
- c = flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.
- B = flujos de efectivo de los beneficios actualizados.
- C = flujos de efectivo de los costos actualizados.

Tabla 50. Indicadores económicos

Sin la mejora

Año	Beneficio (S/.)	Costo (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Factor de actualización	Beneficio (S/.)	Costo (S/.)	Beneficio actual (S/.)
0	0	0	0	1.00	0	0	0
1	1,795,514	1,792,917	2,597	0.90	1,619,273	1,616,931	2,342
2	1,848,439	1,844,071	4,368	0.81	1,503,375	1,499,822	3,553
3	1,897,514	1,891,504	6,009	0.73	1,391,804	1,387,397	4,408
4	1,942,748	1,935,225	7,523	0.66	1,285,112	1,280,136	4,976
5	1,984,137	1,975,229	8,908	0.60	1,183,661	1,178,347	5,314
	9,468,352	9,438,947	29,405	10.88%	6,983,225	6,962,632	20,593

VAN =	20,593
B/C =	1.00
Kc =	10.88%

Con la mejora

Año	Beneficio (S/.)	Costo (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Factor de actualización	Beneficio (S/.)	Costo (S/.)	Beneficio actual (S/.)
0	0	212,500	-212,500	1.00	0	212,500	-212,500
1	1,795,514	1,714,685	80,829	0.90	1,619,273	1,546,377	72,895
2	1,848,439	1,763,362	85,076	0.81	1,503,375	1,434,180	69,194
3	1,897,514	1,810,964	86,550	0.73	1,391,804	1,328,321	63,483
4	1,942,748	1,852,375	90,373	0.66	1,285,112	1,225,331	59,781
5	2,116,815	1,914,132	202,683	0.60	1,262,811	1,141,898	120,913
	9,601,029	9,268,018	333,011	10.88%	7,062,375	6,888,608	173,767

Año	Beneficio (S/.)	Costo (S/.)	Beneficio actual (S/.)	Beneficio acumulado (S/.)
0	0	212,500	-212,500	-212,500
1	1,619,273	1,546,377	72,895	-139,604
2	1,503,375	1,434,180	69,194	-70,410
3	1,391,804	1,328,321	63,483	-6,926
4	1,285,112	1,225,331	59,781	52,854
5	1,262,811	1,141,898	120,913	173,767

VAN =	173,767
B/C =	1.03
Kc =	10.88%
PRI =	3 años, 1 mes
TIR =	22%

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de mejora según el análisis económico financiero es viable, puesto que el VAN es mayor a cero con un valor total de 173,767 soles, el beneficio/costo es mayor a 1 ($B/C=1.03$), el valor de la TIR es mayor al Kc ($22\% > 10.88\%$) y el periodo de recuperación de la inversión es de 3 años y 1 mes.

CONCLUSIONES

Primera: Se planteó una propuesta de mejora en el proceso de producción de la empresa Aceros del Perú, la cual consiste en el cambio del sistema de calentamiento de los hornos para disminuir el consumo de energía eléctrica y reemplazar esta fuente energética por gas natural comprimido (GNC).

Segunda: El proceso de tratamiento térmico de aceros especiales se lleva a cabo en hornos de lecho fluidizado, los cuales generan costos elevados de nitruración (2.23 soles/kilogramo), cementación (1.68 soles/kilogramo), temple 800-900°C (1.23 soles/kilogramo), temple 900-1000°C (1.39 soles/kilogramo), temple 1000-1030°C (1.55 soles/kilogramo) y revenido (0.73 soles/kilogramo).

Tercera: Para la modificación de los hornos de tratamiento térmico de aceros especiales es necesaria la compra de 3 quemadores de gas natural, 3 reguladores, 2 ventiladores, 3 manómetros, 3 válvulas a solenoide, 3 programadores, 3 transformadores de encendido, 5 preostatos para gas, 3 preostatos para aire, 6 capuchones siliconados, 30 metros de cable siliconado, 3 filtros para gas, 3 pulsadores para manómetro, 3 pirómetros, 3 termocuplas, 3 tableros eléctricos para quemador, 15 metros de cable compensado, 3 metros de manguera flexible para gas y 3 metros de manguera flexible para aire.

Cuarta: Mediante la propuesta de mejora se reduce en 6% (0.14 soles) el costo de nitruración, en 10% (0.17 soles) el costo de cementación, en 10% (0.12 soles) el costo de temple 800-900°C, en 8% (0.11 soles) el costo de temple 900-

1000°C, en 8% (0.12 soles) el costo de temple 1000-1030°C, en 12% (0.09 soles) el costo de revenido.

Quinta: Los valores de los indicadores económicos de VAN=173,767; TIR=22%(Kc=10.88%); B/C=1.03 y PRI= 3 años con 1 mes evidencian la factibilidad en términos monetarios de la presente propuesta.



RECOMENDACIONES

- Primera:** Poner en marcha el cambio de sistema de calentamiento de hornos cuanto antes debido a que la empresa está incurriendo en elevados costos y perdiendo la oportunidad de incrementar sus beneficios.
- Segunda:** Analizar el proceso de tratamiento térmico mediante los requisitos de la norma ISO 9001: 2015 y evaluar la implementación de la misma.
- Tercera:** Implementar mantas aislantes en las puertas de los hornos para reducir al máximo las pérdidas calóricas y optimizar el rendimiento de combustible.
- Cuarta:** Realizar benchamarking sobre buenas prácticas de manufactura respecto a hornos de calentamiento del sector siderúrgico para reducir aún más los costos de operación.
- Quinta:** Realizar seguimiento detallado a los indicadores económicos proyectados para identificar posibles diferencias entre lo planeado y lo real.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceros del Perú. (2018). Tratamientos térmicos. Recueprado el 8 de febrero del 2018 de <http://www.acerosdelperu.pe/es/ubicacion-presencia-nacional-aceros-del-peru.php>
- Alanper Cicex S.A.C. (2017). *Cotización de componentes*. Recuperado el 12 de diciembre del 2017 de www.alanper.com
- Andrade, D. (2010). *Dimensionamiento y construcción de un horno para baño de sales para el taller de procesos de producción mecánica*. (Proyecto para obtención de título). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Asler & Cia S.R.L.Tda (2017). *Cotización de componentes*. Recuperado el 12 de diciembre del 2017 de www.aslerperu.com
- Barreiro, J. (2002). *Tratamientos térmicos de los aceros* (10a ed.). Madrid, España: S. L. CIE Inversiones Editoriales DOSSAT-2000.
- Blank, L. (2001). *Ingeniería Económica* (2a ed.). México D.F., México: McGraw Hill Educación.
- Bodycote (2018). *Temple neutro*. Recuperado el 5 de febrero de 2018; <http://www.bodycote.com/es-ES/services/heat-treatment/harden-and-temper/neutral-hardening.aspx>
- Budynas, R. y Nisbett, J. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (9a ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill Latinoamericana.

Callister, W. (2001). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Barcelona, España: Reverte S.A.

Capote, V. (2011). *Tratamientos termoquímicos*. Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía. Recuperado el 14 de mayo de 2011 de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docuipdf.aspx?d=8426&s=>

Coaguila, A. (2017). *Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C Metals S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica San Pablo. Arequipa, Perú.

Ecured (2018). *Tratamiento térmico de los metales*. Recuperado el 5 de febrero de 2018 de <http://www.ecured.com>.

Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía (2011). *Tratamientos termoquímicos*. Edición N° 14. Recuperado el 12 de mayo de 2011 de <https://www.feandalucia.ccoo.es/andalucia/indicei.aspx?p=62&d=277&s=1>.

García, S. (2012). *Ingeniería del mantenimiento, Manual práctico para la gestión eficaz de mantenimiento*. Recuperado el 8 de enero de 2018 de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

Gestión (2017). *Sorprendente recuperación del acero continuará, según Arcelor*. Recuperado el 04 de diciembre de 2017 de <https://gestion.pe/economia/mercados/sorprendente-recuperacion-acero-continuara-arcelor-221911>

Gestión. (2017). Crisis Política: *¿Qué impacto tendrá en la economía para el 2018?*.

Recuperado el 26 de diciembre de 2017 de <https://gestion.pe/economia/crisis-politica-impacto-economia-2018-223528>

Gestión. (2018). *Riesgo país de Perú bajó tres puntos básicos a 1.18 puntos porcentuales*.

Recuperado el 9 de marzo de 2018 de <https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-peru-tres-puntos-basicos-1-18-puntos-porcentuales-229055>

Hibbeler, R. (2006). *Mecánica de materiales*. Mexico D.F., México: Pearson Educación.

Horizonte Minero (2017). *Revista Internacional de Minería y Energía: Acero e innovación* (121 ed.). Recuperado el 15 de diciembre de 2017 de <http://www.horizonteminero.com/2017/08/04/acero-e-innovacion/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). *Perú: Producto Bruto Interno según actividad económica 2007-2016*. Recuperado el 03 de marzo de 2018 de <https://www.inei.gob.pe>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Informe Técnico: Comportamiento de la economía peruana en el tercer trimestre de 2017(N°04)*. Recuperado el 24 de noviembre de 2017 de <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/pbi-trimestral/1/>

Kalpakjian, S. y Schmid, S. (2008). *Manufactura, Ingeniería y tecnología* (5a ed.). México DF, México: Pearson Educación.

Leso industrial (2018). *Línea industrial, hornos con atmósfera controlada*. Recuperado 5 de febrero de 2018 de <http://www.lesoindustrial.com/index.php/1%C3%ADnea-industrial/hornos-con-atm%C3%B3sfera-controlada>

Martínez, J. (2000). *Diccionario Enciclopédico de Tecnología*. Madrid, España: Síntesis S.A.

Morales, L.; Nakama, C. y Pari, R. (2016). *Valorización de Aceros Arequipa*. (Trabajo de Investigación - Magíster en Finanzas). Universidad del Pacífico. Lima, Perú.

Noguez, M.; Balderas, J.; Robert, T.; Ramírez, J. y Salas, G. (2002). *Propiedades mecánicas de aceros*. México D.F.: México: Universidad Autónoma de México.

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23a ed.). Madrid, España: Espasa Capela.

Sin fronteras (2017). *Gobierno oficializa ley de pago de bonos a pensionistas mineros*. Recuperado el 02 de junio de 2017 de <http://www.diariosinfronteras.pe/2017/06/02/gobierno-oficializa-ley-de-pago-de-bonos-a-pensionistas-mineros/>

Talavera, J. (2017). *Propuesta de mejora del proceso de producción para la reducción de tiempos de entrega en una empresa metalmecánica*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

Tejada, M. (2014). *Propuesta de mejora en una empresa metalmecánica en la región de Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

Trading Economics (2018). *Estados Unidos - Bono soberano a 10 años*. Recuperado el 9 de marzo de 2018 de <https://es.tradingeconomics.com/united-states/government-bond-yield>

Valencia, G. (2006). *Contabilidad de costos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Vox. (2009). *Diccionario Enciclopédico Vox1*. México D.F., México: Larousse Editorial, S.L.

Vox. (2010). *Diccionario Enciclopédico Vox2*. México D.F., México: Larousse Editorial, S.L.

Wanden-Berghe, J. y Fernández, L. (2012). *Introducción a la contabilidad*. Madrid, España: Ediciones Pirámide

Wayne Combustion Systems (2014). *Manual 101220 - Quemadores de gas*. Recuperado el 11 de julio de 2014 de www.waynecombustion.com

West, J. (2015). *Corrosión y Oxidación Fundamentos*. Recuperado el 3 de octubre de 2015 de https://www.researchgate.net/publication/44461290_Corrosion_y_oxidacion_fundamentos_John_M_west

ANEXOS

ANEXO 1

CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

1. ¿Cuáles son los aspectos clave en lo concerniente al factor político-legal, que considera usted, afectan a Aceros del Perú?
2. ¿Cuáles son los aspectos clave en lo concerniente al factor económico, que considera usted, afectan a Aceros del Perú?
3. ¿Cuáles son los aspectos clave en lo concerniente al factor social, que considera usted, afectan a Aceros del Perú?
4. ¿Cuáles son los aspectos clave en lo concerniente al factor tecnológico, que considera usted, afectan a Aceros del Perú?
5. ¿Cuáles son los aspectos clave en lo concerniente al factor ecológico y ambiental, que considera usted, afectan a Aceros del Perú?
6. ¿Cuáles son las fortalezas que considera usted que posee la empresa Aceros del Perú?
7. ¿Cuáles son las oportunidades que considera usted que posee la empresa Aceros del Perú?
8. ¿Cuáles son las debilidades que considera usted que la empresa Aceros del Perú?
9. ¿Cuáles son las amenazas que considera usted que posee la empresa Aceros del Perú?
10. ¿Con cuántas sedes cuenta la empresa?
11. ¿Cuándo se fundó la empresa en Lima y cuando inició operaciones en Arequipa?
12. Describa el proceso productivo, tiempos de producción por proceso, capacidad y tamaño de los hornos, marca de hornos, cantidad de equipos de la planta Arequipa.

13. ¿Cuáles son los costos de producción de los hornos de la planta Arequipa y el estimado de los costos de producción propuestos con el cambio del sistema de calentamiento de hornos?
14. ¿Existen diferentes hornos de acuerdo al tipo de acero o producto a tratar térmicamente?
15. ¿Cuáles son los principales clientes y proveedores de la empresa?
16. ¿Cuál es el organigrama de la empresa?
17. ¿Cuál es la cantidad de personal por cada puesto y categoría de trabajo?
18. ¿Cuáles son los esfuerzos o iniciativas de marketing que realizan?
19. ¿Cuentan con vendedores, cuántos son?
20. ¿Cuántos almacenes tienen en cada sede?
21. ¿Qué actividades de logística tercerizan? ¿Quién realiza el transporte de materia prima, importaciones o producto terminado?
22. ¿Qué tanta liquidez, rentabilidad tienen?
23. ¿Tienen deudas con proveedores?
24. ¿Tienen retrasos en el pago a personal?
25. ¿Trabajan con crédito con algún banco o financiera?
26. ¿Para el manejo de los hornos se necesita una capacitación constante en los obreros?
27. ¿Cómo es el clima laboral?
28. ¿Cuentan con iniciativas de integración laboral?
29. ¿Cuál es el tipo de software que utilizan?
30. ¿Cuál es la procedencia de los equipos que se utilizan en planta?
31. ¿Cuáles son los montos de producción mensual en kg o toneladas durante los años 2015, 2016, 2017?

32. ¿Del total de los servicios que son solicitados para el tratamiento de acero, cuáles son los porcentajes de participación de cada tipo de tratamiento térmico?
33. ¿Cuál fue el monto de ingresos por ventas generados en los últimos 10 años?
34. ¿La empresa realiza evaluaciones de satisfacción del cliente?
35. ¿La empresa cuenta con un plan estratégico?
36. ¿La empresa cuenta con un manual de funciones o de procedimientos?
37. ¿Cuál es el nivel de rotación de personal en la empresa, es alto o bajo?
38. ¿Cómo es el proceso de importación de los productos que oferta la empresa, utilizan algún intermediario de aduanas o lo realiza la empresa misma?
39. ¿Qué áreas de la empresa utilizan el ERP SAP?
40. ¿Los créditos (financiamiento) a los que accede la empresa en que son utilizados?
41. ¿Cómo es el proceso de reclutamiento, selección de personal?
42. ¿Las contrataciones laborales se ingresan a planilla desde el primer día?
43. ¿Cómo son las evaluaciones de desempeño laboral?
44. ¿Las capacitaciones ofrecidas son solo para nivel operativo o también para el staff intermedio?
45. ¿La empresa cuenta con algún sistema de seguridad industrial e higiene ocupacional?

ANEXO 2

COTIZACIÓN DE COMPONENTES



ASLER & CIA S.R.L.

CALDERAS-QUEMADORES-ABLANDADORES-VALVULAS-CAPACITACIONES

RUC 20330525291
COTIZACION N° Q 216-17

Lima, 12 de diciembre de 2017

Señores:
ACEROS DEL PERU S.A.C.

creyes@acerosac.com / www.acerosdeloperu.pe
Ruc: 20430039254
Av. Oscar R. Benavides 1244 - Lima
Fijo: 01-7198989 Anexo: 116
Telf. Entel: 998112043

Presente. -

Atención: Señorita Cynthia Reyes V. Dpto. Logística - Compras

Estimados señores:

De acuerdo a vuestra solicitud, nos es grato cotizarles lo siguiente:

Cant.	Detalle	P. Unit. US \$	P. Total US \$
01	Quemador para gas glp/ natural, marca WAYNE USA Modelo. P250AF Capacidad 50,000 – 250,000 BTU, voltaje: 120 v / 60 hz, llama ON-OFF , motor, Completo con control para funcionamiento automático. Cañón de 4" diam x 8" largo Altura 30 cm x Ancho 40 cm Largo 36 cm Peso Quemador 11 Kg	799.00	
01	Transformador 220V-110V, 500 VA	69.00	
01	Manometro 2.1/2" dial, 0-32 in H2O	35.00	
EL PRECIO NO INCLUYE EL I.G.V			

PRECIOS : EN DOLARES AMERICANOS **MÁS I.G.V.**
TIEMPO DE ENTREGA : STOCK. CON ORDEN DE COMPRA Y PAGO
FORMA DE PAGO : CONTADO DPSTO CTA CTE 000-1478448 SCOTIABANK

Agradeciendo la atención a la presente, quedamos en espera de una pronta respuesta.

Atentamente,

Ing. José Felipe Chamocho P.



RUC: 20101156398

Av. Elmer Faucett N° 295
Telf.: (511) 451-8598 / 451-9431
San Miguel – Lima – Perú
Entel:
Oficina: 981 283 872
Serv.Técnico: 947 368 184
e-mail: alanper@alanper.com
Web: www.alanper.com

COTIZACIÓN

Señor (es) :	ACEROS DEL PERU S.A.C.	Cotización :	1461-12-2017
Dirección :		Teléfono :	998 112 043
E-mail :	creyes@acepesac.com	Rep. Venta :	Alberto Peric
Atención :	Srta. Cynthia Reyes V.	L. Entrega :	En nuestra oficina

Imagen	Detalle	P. Unit. US\$	P. Total US\$
	100/40 marca "EQA" 01- Quemador, capacidad 150,000kcal/h, con cono de carburo de silicio.	1,613.00	1,613.00
	722 marca "EQA" 01- Válvula reguladora de baja presión, cor.ox. 3/4", t/gris.	175.00	175.00
	01- Ventilador trifásico de 2.4Hp.	1,390.00	1,390.00
	01-Automatización, incluye lo siguiente: 01-Válvula a solenoide 1330LA06T, 3/4", 220v/60hz. 01- Válvula a solenoide 1330LA06LT, 3/4", 220v/60hz. 01- Programador "Honeywell" DKG 972-N c/zócalo. 01-Transformador de encendido E820P. 01-Presostato "Helmont" p/gas 10-50mbar. 01-Presostato "Helmont" p/aire 10-50mbar 02-Capuchones siliconados. 10-Metros de Cable siliconado de alta. 01-Filtro "Helmont" p/gas 3/4". 01-Manómetro 0-250mbar c/mini válvula de 1/4" p/gas. 01-Pulsador p/manómetro. 01-Pirómetro "Shimaden". 01-Termocupla tipo J de 10".	3,590.00	3,590.00



RUC: 20101156398

Av. Elmer Faucett N° 295
Telf.: (511) 451-8598 / 451-9431
San Miguel – Lima – Perú
Entel:
Oficina: 981 283 872
Serv.Técnico: 947 368 184
e-mail: alanper@alanper.com
Web: www.alanper.com

	Accesorios p/armado de tren. 01-Tablero eléctrico p/quemador. 05-Mts. de cable compensado tipo J. 01-Mts. de manguera flexible p/gas de 3/4". 01-Mts. de manguera flexible p/aire de 2".		
		Sub Total US\$	6,768.00
		+18% I.G.V.	1,218.24
		TOTAL US\$	7,986.24

Mayor información visite: www.alanper.com

Ficha técnica adjunta.

CONDICIONES

Tiempo de entrega: Un (1) día.	Forma de pago: Contado.
	BCP Cta. Cte. US\$ 194-0050872-1-67
	Fecha : 12-12-2017

Atentamente,
Carlos Ramírez.

